

Maria de Fátima Paixão



Ministério da Ciência e da Tecnologia



# Caderno de Actividades Experimentais

Conservação da Massa  
Combustão e outras reacções químicas



DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA  
E TECNOLOGIA EDUCATIVA  
UNIVERSIDADE DE AVEIRO



## Caderno de Actividades Experimentais

125 217 375 477 579 681 783 885 987 1089 1191 1293 1395 1497 1599 1701 1803 1905 2007 2109 2211 2313 2415 2517 2619 2721 2823 2925 3027 3129 3231 3333 3435 3537 3639 3741 3843 3945 4047 4149 4251 4353 4455 4557 4659 4761 4863 4965 5067 5169 5271 5373 5475 5577 5679 5781 5883 5985 6087 6189 6291 6393 6495 6597 6699 6801 6903 7005 7107 7209 7311 7413 7515 7617 7719 7821 7923 8025 8127 8229 8331 8433 8535 8637 8739 8841 8943 9045 9147 9249 9351 9453 9555 9657 9759 9861 9963 10065 10167 10269 10371 10473 10575 10677 10779 10881 10983 11085 11187 11289 11391 11493 11595 11697 11799 11801 11903 12005 12107 12209 12311 12413 12515 12617 12719 12821 12923 13025 13127 13229 13331 13433 13535 13637 13739 13841 13943 14045 14147 14249 14351 14453 14555 14657 14759 14861 14963 15065 15167 15269 15371 15473 15575 15677 15779 15881 15983 16085 16187 16289 16391 16493 16595 16697 16799 16801 16903 17005 17107 17209 17311 17413 17515 17617 17719 17821 17923 18025 18127 18229 18331 18433 18535 18637 18739 18841 18943 19045 19147 19249 19351 19453 19555 19657 19759 19861 19963 20065 20167 20269 20371 20473 20575 20677 20779 20881 20983 21085 21187 21289 21391 21493 21595 21697 21799 21801 21903 22005 22107 22209 22311 22413 22515 22617 22719 22821 22923 23025 23127 23229 23331 23433 23535 23637 23739 23841 23943 24045 24147 24249 24351 24453 24555 24657 24759 24861 24963 25065 25167 25269 25371 25473 25575 25677 25779 25881 25983 26085 26187 26289 26391 26493 26595 26697 26799 26801 26903 27005 27107 27209 27311 27413 27515 27617 27719 27821 27923 28025 28127 28229 28331 28433 28535 28637 28739 28841 28943 29045 29147 29249 29351 29453 29555 29657 29759 29861 29963 30065 30167 30269 30371 30473 30575 30677 30779 30881 30983 31085 31187 31289 31391 31493 31595 31697 31799 31801 31903 32005 32107 32209 32311 32413 32515 32617 32719 32821 32923 33025 33127 33229 33331 33433 33535 33637 33739 33841 33943 34045 34147 34249 34351 34453 34555 34657 34759 34861 34963 35065 35167 35269 35371 35473 35575 35677 35779 35881 35983 36085 36187 36289 36391 36493 36595 36697 36799 36801 36903 37005 37107 37209 37311 37413 37515 37617 37719 37821 37923 38025 38127 38229 38331 38433 38535 38637 38739 38841 38943 39045 39147 39249 39351 39453 39555 39657 39759 39861 39963 40065 40167 40269 40371 40473 40575 40677 40779 40881 40983 41085 41187 41289 41391 41493 41595 41697 41799 41801 41903 42005 42107 42209 42311 42413 42515 42617 42719 42821 42923 43025 43127 43229 43331 43433 43535 43637 43739 43841 43943 44045 44147 44249 44351 44453 44555 44657 44759 44861 44963 45065 45167 45269 45371 45473 45575 45677 45779 45881 45983 46085 46187 46289 46391 46493 46595 46697 46799 46801 46903 47005 47107 47209 47311 47413 47515 47617 47719 47821 47923 48025 48127 48229 48331 48433 48535 48637 48739 48841 48943 49045 49147 49249 49351 49453 49555 49657 49759 49861 49963 50065 50167 50269 50371 50473 50575 50677 50779 50881 50983 51085 51187 51289 51391 51493 51595 51697 51799 51801 51903 52005 52107 52209 52311 52413 52515 52617 52719 52821 52923 53025 53127 53229 53331 53433 53535 53637 53739 53841 53943 54045 54147 54249 54351 54453 54555 54657 54759 54861 54963 55065 55167 55269 55371 55473 55575 55677 55779 55881 55983 56085 56187 56289 56391 56493 56595 56697 56799 56801 56903 57005 57107 57209 57311 57413 57515 57617 57719 57821 57923 58025 58127 58229 58331 58433 58535 58637 58739 58841 58943 59045 59147 59249 59351 59453 59555 59657 59759 59861 59963 60065 60167 60269 60371 60473 60575 60677 60779 60881 60983 61085 61187 61289 61391 61493 61595 61697 61799 61801 61903 62005 62107 62209 62311 62413 62515 62617 62719 62821 62923 63025 63127 63229 63331 63433 63535 63637 63739 63841 63943 64045 64147 64249 64351 64453 64555 64657 64759 64861 64963 65065 65167 65269 65371 65473 65575 65677 65779 65881 65983 66085 66187 66289 66391 66493 66595 66697 66799 66801 66903 67005 67107 67209 67311 67413 67515 67617 67719 67821 67923 68025 68127 68229 68331 68433 68535 68637 68739 68841 68943 69045 69147 69249 69351 69453 69555 69657 69759 69861 69963 70065 70167 70269 70371 70473 70575 70677 70779 70881 70983 71085 71187 71289 71391 71493 71595 71697 71799 71801 71903 72005 72107 72209 72311 72413 72515 72617 72719 72821 72923 73025 73127 73229 73331 73433 73535 73637 73739 73841 73943 74045 74147 74249 74351 74453 74555 74657 74759 74861 74963 75065 75167 75269 75371 75473 75575 75677 75779 75881 75983 76085 76187 76289 76391 76493 76595 76697 76799 76801 76903 77005 77107 77209 77311 77413 77515 77617 77719 77821 77923 78025 78127 78229 78331 78433 78535 78637 78739 78841 78943 79045 79147 79249 79351 79453 79555 79657 79759 79861 79963 80065 80167 80269 80371 80473 80575 80677 80779 80881 80983 81085 81187 81289 81391 81493 81595 81697 81799 81801 81903 82005 82107 82209 82311 82413 82515 82617 82719 82821 82923 83025 83127 83229 83331 83433 83535 83637 83739 83841 83943 84045 84147 84249 84351 84453 84555 84657 84759 84861 84963 85065 85167 85269 85371 85473 85575 85677 85779 85881 85983 86085 86187 86289 86391 86493 86595 86697 86799 86801 86903 87005 87107 87209 87311 87413 87515 87617 87719 87821 87923 88025 88127 88229 88331 88433 88535 88637 88739 88841 88943 89045 89147 89249 89351 89453 89555 89657 89759 89861 89963 90065 90167 90269 90371 90473 90575 90677 90779 90881 90983 91085 91187 91289 91391 91493 91595 91697 91799 91801 91903 92005 92107 92209 92311 92413 92515 92617 92719 92821 92923 93025 93127 93229 93331 93433 93535 93637 93739 93841 93943 94045 94147 94249 94351 94453 94555 94657 94759 94861 94963 95065 95167 95269 95371 95473 95575 95677 95779 95881 95983 96085 96187 96289 96391 96493 96595 96697 96799 96801 96903 97005 97107 97209 97311 97413 97515 97617 97719 97821 97923 98025 98127 98229 98331 98433 98535 98637 98739 98841 98943 99045 99147 99249 99351 99453 99555 99657 99759 99861 99963 100065 100167 100269 100371 100473 100575 100677 100779 100881 100983 101085 101187 101289 101391 101493 101595 101697 101799 101801 101903 102005 102107 102209 102311 102413 102515 102617 102719 102821 102923 103025 103127 103229 103331 103433 103535 103637 103739 103841 103943 104045 104147 104249 104351 104453 104555 104657 104759 104861 104963 105065 105167 105269 105371 105473 105575 105677 105779 105881 105983 106085 106187 106289 106391 106493 106595 106697 106799 106801 106903 107005 107107 107209 107311 107413 107515 107617 107719 107821 107923 108025 108127 108229 108331 108433 108535 108637 108739 108841 108943 109045 109147 109249 109351 109453 109555 109657 109759 109861 109963 110065 110167 110269 110371 110473 110575 110677 110779 110881 110983 111085 111187 111289 111391 111493 111595 111697 111799 111801 111903 112005 112107 112209 112311 112413 112515 112617 112719 112821 112923 113025 113127 113229 113331 113433 113535 113637 113739 113841 113943 114045 114147 114249 114351 114453 114555 114657 114759 114861 114963 115065 115167 115269 115371 115473 115575 115677 115779 115881 115983 116085 116187 116289 116391 116493 116595 116697 116799 116801 116903 117005 117107 117209 117311 117413 117515 117617 117719 117821 117923 118025 118127 118229 118331 118433 118535 118637 118739 118841 118943 119045 119147 119249 119351 119453 119555 119657 119759 119861 119963 120065 120167 120269 120371 120473 120575 120677 120779 120881 120983 121085 121187 121289 121391 121493 121595 121697 121799 121801 121903 122005 122107 122209 122311 122413 122515 122617 122719 122821 122923 123025 123127 123229 123331 123433 123535 123637 123739 123841 123943 124045 124147 124249 124351 124453 124555 124657 124759 124861 124963 125065 125167 125269 125371 125473 125575 125677 125779 125881 125983 126085 126187 126289 126391 126493 126595 126697 126799 126801 126903 127005 127107 127209 127311 127413 127515 127617 127719 127821 127923 128025 128127 128229 128331 128433 128535 128637 128739 128841 128943 129045 129147 129249 129351 129453 129555 129657 129759 129861 129963 130065 130167 130269 130371 130473 130575 130677 130779 130881 130983 131085 131187 131289 131391 131493 131595 131697 131799 131801 131903 132005 132107 132209 132311 132413 132515 132617 132719 132821 132923 133025 133127 133229 133331 133433 133535 133637 133739 133841 133943 134045 134147 134249 134351 134453 134555 134657 134759 134861 134963 135065 135167 135269 135371 135473 135575 135677 135779 135881 135983 136085 136187 136289 136391 136493 136595 136697 136799 136801 136903 137005 137107 137209 137311 137413 137515 137617 137719 137821 137923 138025 138127 138229 138331 138433 138535 138637 138739 138841 138943 139045 139147 139249 139351 139453 139555 139657 139759 139861 139963 140065 140167 140269 140371 140473 140575 140677 140779 140881 140983 141085 141187 141289 141391 141493 141595 141697 141799 141801 141903 142005 142107 142209 142311 142413 142515 142617 142719 142821 142923 143025 143127 143229 143331 143433 143535 143637 143739 143841 143943 144045 144147 144249 144351 144453 144555 144657 144759 144861 144963 145065 145167 145269 145371 145473 145575 145677 145779 145881 145983 146085 146187 146289 146391 146493 146595 146697 146799 146801 146903 147005 147107 147209 147311 147413 147515 147617 147719 147821 147923 148025 148127 148229 148331 148433 148535 148637 148739 148841 148943 149045 149147 149249 149351 149453 149555 149657 149759 149861 149963 150065 150167 150269 150371 150473 150575 150677 150779 150881 150983 151085 151187 151289 151391 151493 151595 151697 151799 151801 151903 152005 152107 152209 152311 152413 152515 152617 152719 152821 152923 153025 153127 153229 153331 153433 153535 153637 153739 153841 153943 154045 154147 154249 154351 154453 154555 154657 154759 154861 154963 155065 155167 155269 155371 155473 155575 155677 155779 155881 155983 156085 156187 156289 156391 156493 156595 156697 156799 156801 156903 157005 157107 157209 157311 157413 157515 157617 157719 157821 157923 158025 158127 158229 158331 158433 158535 158637 158739 158841 158943 159045 159147 159249 159351 159453 159555 159657 159759 159861 159963 160065 160167 160269 160371 160473 160575 160677 160779 160881 160983 161085 161187 161289 161391 161493 161595 161697 161799 161801 161903 162005 162107 162209 162311 162413 162515 162617 162719 162821 162923 163025 163127 163229 163331 163433 163535 163637 163739 163841 163943 164045 164147 164249 164351 164453 164555 164657 164759 164861 164963 165065 165167 165269 165371 165473 165575 165677 165779 165881 165983 166085 166187 166289 166391 166493 166595 166697 166799 166801 166903 167005 167107 167209 167311 167413 167515 167617 167719 167821 167923 168025 168127 168229 168331 168433 168535 168637 168739 168841 168943 169045 169147 169249 169351 169453 169555 169657 169759 169861 169963 170065 170167 170269 170371 170473 170575 170677 170779 170881 170983 171085 171187 171289 171391 171493 171595 171697 171799 171801 171903 172005 172107 172209 172311 172413 172515 172617 172719 172821 172923 173025 173127 173229 173331 173433 173535 173637 173739 173841 173943 174045 174147 174249 174351 174453 174555 174657 174759 174861 174963 175065 175167 175269 175371 175473 175575 175677 175779 175881 175983 176085 176187 176289 176391 176493 176595 176697 176799 176801 176903 177005 177107 177209 177311 177413 177515 177617 177719 177821 177923 178025 178127 178229 178331 178433 178535 178637 178739 178841 178943 179045 179147 179249 179351 179453 179555 179657 179759 179861 179963 180065 180167 180269 180371 180473 180575 180677 180779 180881 180983 181085 181187 181289 181391 181493 181595 181697 181799 181801 181903 182005 182107 182209 182311 182413 182515 182617 182719 182821 182923 183025 183127 183229 183331 183433 183535 183637 183739 183841 183943 184045 184147 184249 184351 184453 184555 184657 184759 184861 184963 185065 185167 185269 185371 185473 185575 185677 185779 185881 185983 186085 186187 186289 186391 186493 186595 186697 186799 186801 186903 187005 187107 187209 187311 187413 187515 187617 187719 187821 187923 188025 188127 188229 188331 188433 188535 188637 188739 188841 188943 189045 189147 189249 189351 189453 189555 189657 189759 189861 189963 190065 190167 190269 190371 190473 190575 190677 190779 190881 190983 191085 191187 191289 191391 191493 191595 191697 191799 191801 1

Contou com a participação dos seguintes professores, por escola:

Na acção PI -164: A) Secundária de Nuno Álvares de Castelo Branco, através das professoras Maria Alexandrina Nunes, Maria José Romão, Margarida Isabel Ferreira e Elsa Amaro. B) Secundária Faria de Vasconcelos de Castelo Branco, através dos professores António Matias, Alexandrina Feliciano, Isilda Abrantes e Célia Peixinho.

Na acção PII - 475: A) Escola 2,3 Dra Alice Gouveia de Coimbra com a professora Maria Amélia Canelas, Sandra Afonso, Anabela Ralha, Cristina Ribeiro da Graça e Margarida Nascimento e B) Escola Secundária Frei Heitor Pinto da Covilhã com a professora Maria Margarida Pinho, Paula Cristina Ribeiro, Célia Ramos. Esta segunda acção prolongou-se por dois anos.

A segunda componente apontada conduziu ao delineamento de estratégias de ensino para uma temática concreta e à construção de protocolos de trabalho experimental com vista à sua implementação no ensino. É, em particular, deste aspecto que damos conta no **Caderno de Actividades** que agora se apresenta.

No que respeita ao terceiro aspecto, em três anos de aplicação do Projecto, foram envolvidos cerca de 700 alunos, que tiveram oportunidade de realizar trabalho experimental numa perspectiva de aprendizagem por pesquisa. Pretendia-se que, para os alunos, uma tal perspectiva fosse abordada de uma forma participada, inovadora e aberta, desenvolvendo conhecimento e compreensão, métodos de pesquisa, atitudes, ideias e valores.

De forma concreta, as actividades que se apresentam destinam-se a alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico e integram-se na área de estudos da Física e Química, em particular na Química de 8º ano de escolaridade. Podem ser realizadas em grupos de 4/5 alunos, e não exigem condições de execução, reagentes ou materiais sofisticados. Apesar de não envolverem riscos, devem ser cumpridos todos os requisitos de segurança indicados em cada protocolo.

De acordo com os Programas em vigor, as actividades propostas subscrevem-se no tema “Estudo Experimental da lei de Lavoisier: combustões e outras reacções químicas” inserido no tema organizador do 8º ano de escolaridade “Substâncias Químicas: O que são e o que se faz com elas”. Por um lado, uma tal proposta insere-se claramente nas linhas curriculares e, por outro, apresenta-se como uma abordagem inovadora.

Foram os seguintes os **Objectivos** definidos para o Projecto:

- Compreender a construção dinâmica, controversa e socialmente influenciada da ciência, explorando o trabalho experimental numa perspectiva histórica
- Desenvolver atitudes de colaboração no trabalho experimental
- Desenvolver habilidades manipulativas directamente aplicadas nas operações laboratoriais desenvolvidas
- Compreender a necessidade de seguir normas de segurança no trabalho de laboratório
- Integrar diversos trabalhos experimentais realizados num todo coerente que conduza à compreensão das reacções de combustão, em particular, e do conceito de conservação da massa, em geral
- Desenvolver trabalho experimental para compreender o balanço da massa nas reacções químicas
- Fazer previsões, realizar observações cuidadosas e controlar variáveis.

O **Caderno de Actividades** que se apresenta é, no essencial, o resultado do trabalho levado a cabo por e com os professores das escolas envolvidos neste Projecto. Reproduzem-se os protocolos experimentais construídos e utilizados para que se possam constituir como materiais úteis na prática de ensino ou em situações de projectos extra-lectivos. Aliás, os protocolos de trabalho experimental, alguns deles aparentemente sobrepostos, constituem diferentes abordagens da mesma temática. Fica, além disso, o convite à criação e validação de novos materiais e, também, à sua divulgação. As propostas que apresentamos podem ser usadas, convindo que se adaptem sempre aos contextos particulares e próprios da sua aplicação, no que respeita a turma, escola e/ou região, se possível.

Pretende, pois, este **Caderno de Actividades** constituir-se como uma proposta de trabalho, onde se incluem materiais e orientações para uma abordagem da temática referida e, eventualmente, pistas para o desenvolvimento de outras actividades experimentais, inseridas em diferentes temáticas da Química mas que se podem desenvolver num espírito próximo daquele que aqui é apresentado. A proposta insere-se nos quadros da Nova Didáctica das Ciências em que o trabalho experimental, numa perspectiva de pesquisa, é uma vertente muito valorizada.

Pretende-se, pois, somente, ilustrar um percurso possível com sentido inovador. Por certo, outros terão também cabimento.

O Caderno de Actividades estrutura-se da seguinte forma:

I - Trabalho Experimental numa perspectiva inovadora

II - Referência ao tema e seu enquadramento no Programa

III - Protocolos Experimentais

- Tema e finalidade
- Situação problemática
- Materiais e reagentes
- Aspectos de segurança
- Desenvolvimento da actividade
- Questões propostas

IV - Comentário final

V - Bibliografia

## II - Trabalho Experimental numa perspectiva inovadora

Na lógica em que o “saber ciência” era interpretado como o ser capaz de reproduzir as informações recebidas e aplicar as fórmulas e regras definidas, o ensino consistia na transmissão de conceitos, leis, teorias e factos ou na sua pretensa descoberta por observação sistemática de factos da realidade. O trabalho experimental era, principalmente, concebido como uma estratégia estruturada e organizada de modo a evidenciar prontamente o conceito ou lei a ilustrar, a verificar ou a descobrir e a experimentação vista como uma actividade em que se supunha os alunos como observadores neutros que, seguindo as regras e procedimentos prescritos, obtinham dados objectivos para a explicação científica correcta.

Esta é uma visão restrita das possibilidades educativas do trabalho experimental. Encarado nessa perspectiva, fica substancialmente diminuída como uma estratégia de aprendizagem efectiva e nem pode providenciar um modelo realístico da actividade científica. Tal abordagem ignora, inclusivamente, a grande probabilidade de os alunos terem ideias prévias sobre os conceitos, o que os conduz a interpretarem os acontecimentos de forma diferente daquela que o professor desejava.

As práticas de trabalho experimental em que os alunos passam a maior parte do tempo a seguir receitas, sem saberem muito bem o que é que estão a fazer ou por que é que estão a fazer, pouco contribuem para que aprendam ciência ou aprendam sobre ciência. Nos pretensos métodos de descoberta a observação simples não pode e não conduz a qualquer descoberta, no sentido de obter novas explicações conceptuais. Não é a experiência prática que providencia explicações conceptuais. Pelo contrário, são as estruturas conceptuais que dão significado às experiências práticas. No âmbito da ciência escolar, aprende-se a fazer ciência fazendo ciência, realizando pesquisas de complexidade crescente, mas sempre completas, que respondam a problemas susceptíveis de interessar os alunos e não processos autónomos e descontextualizados ou muito limitados pelos conceitos.

No trabalho experimental conduzido em moldes inovadores processa-se uma interacção constante entre o pensamento e a acção em que as capacidades processuais são uma parte essencial e crucial do desenvolvimento da compreensão dos alunos. Deste modo, as investigações experimentais, ao propiciarem a utilização das capacidades estratégicas da ciência, desde fazer previsões ou formular hipóteses, inferir, conceber planos experimentais, interpretar resultados, num determinado quadro conceptual, com vista à resolução de um problema, contribuem para o desenvolvimento da compreensão conceptual dos alunos e para a sua modificação. Entre os

conceitos e os processos surgem outras dimensões como valores, história, aspectos sociais e tecnológicos que, necessariamente, incluem reconhecimento do carácter problemático e conjectural do conhecimento, criatividade, incerteza, valorização e exploração do erro, etc... aspectos indispensáveis na produção da ciência e que, necessariamente, se devem evidenciar na sua aprendizagem.

A adopção destas novas perspectivas significa uma profunda revisão das concepções do trabalho experimental, em particular, nas práticas correntes que o podem envolver, reavaliando os seus valores e concedendo-lhe um papel não prescritivo e não reduzido à observação e à execução experimental. Tem que envolver especulação teórica, uso de multiplicidade de métodos e processos, clarificação de conceitos envolvidos, críticas, debate e confronto de ideias. Pela diversidade de processos e de pontos de partida que admite, contribui para a compreensão da natureza da ciência e da actividade científica e para a promoção de interesse e gosto pela aprendizagem.

A educação científica que preconizamos, de forma particular para o Ensino Básico, deve encarar o ensino das ciências como trabalho de pesquisa, o que significa uma orientação intencional colocando os alunos perante situações diversas, em particular, associando construção de conhecimento com problemas, ao mesmo tempo que se encorajam a levantarem questões, a planearem experiências simples visando testar uma dada hipótese de trabalho, a observarem cuidadosamente, a fazerem previsões, a medir e calcular, a comunicar as suas ideias ou avaliar os resultados a que chegarem em função dos pontos de partida. Ressalta a utilidade do trabalho de grupo, e a importância da interacção entre grupos. Ler um texto, ouvir o professor ou os colegas (confrontar opiniões) são também actividades associadas com a construção de conhecimento científico. A elaboração de relatórios ou a resposta a questões abertas é um meio de avaliação formativa e instrumento de aprendizagem cognitiva e metacognitiva.

Na perspectiva apresentada tem pouco interesse a apresentação e interpretação da evidência como conceitos bem estabelecidos e ahistóricos. O conhecimento científico é um produto cultural e contingente e a compreensão da sua natureza e do significado das suas realizações não são possíveis sem algum conhecimento do seu contexto histórico, ou seja, estudar as ideias científicas no seu contexto de descoberta.

Propostas de ensino actuais e inovadoras têm que considerar o contexto histórico no qual as ideias se originaram, e o processo pelo qual se desenvolveram, contribuindo, deste modo, para o desenvolvimento de uma melhor atitude pública face à ciência e à compreensão das suas inter-relações com a tecnologia e com a sociedade.

Com as considerações que temos vindo a fazer, organizar trabalho experimental na sala de aula significa considerar problemas nas suas interrelações com a vida dos cidadãos, que envolvam os temas a estudar. É nesta perspectiva que o modelo subjacente às actividades experimentais que se propõem no **Caderno** poderia ser explicitado nas seguintes fases:

1. Apresentação de problema social e tecnologicamente relevante, de fenómenos ou questões que possam interessar os alunos;
2. Respostas provisórias e previsões;
3. Estudo histórico com introdução da ideia científica;
4. Planeamento e realização de testes (experimentais por exemplo);
5. Confronto de ideias, ampliação das ideias para diferentes contextos actuais e avaliação.

### III –Referência ao tema e seu enquadramento no Programa

As actividades experimentais propostas submetem-se à temática “Conservação da massa. Combustões e outras reacções químicas” e integram-se no conjunto de finalidades e objectivos definidos para o 3º Ciclo do Ensino Básico. Ultrapassando, embora, o âmbito do Programa em vigor, nele se podem, directamente, inserir.

O tema englobante das diferentes actividades apresentadas enquadra-se na Unidade temática da Química do 8º ano “Substâncias químicas: O que são e o que se faz com elas”, possibilitando o estudo das reacções químicas em geral e o estudo das “Transformações das substâncias em relação com a sua constituição”, o que se liga directamente com o ponto “Investigando acerca da massa nas reacções químicas: Conservação da massa. Reacções químicas como rearranjos de átomos; fundamentos da escrita de equações químicas”.

No âmbito do tema proposto, a combustão apresenta-se como uma reacção particularmente interessante, pelas suas ligações a aspectos e problemas muito diversos, nomeadamente a sua ligação e importância em contextos tecnológicos, sociais... das suas aplicações, e os problemas de outra natureza, como éticos, ambientais, etc, que daí advêm. Por outro lado, tais reacções químicas têm uma forte ligação com a História da Química.

#### Introdução ao tema

As combustões de materiais a que chamamos combustíveis são vulgares mas, particularmente, importantes reacções químicas. Usamo-las para aquecimento das casas, para fazer andar os automóveis ou para gerar energia eléctrica numa Central Térmica. Os fogos florestais são reacções de combustão e a respiração dos seres vivos é igualmente uma reacção de combustão. Não é estranho, pois, que tais reacções tenham sido tratadas pelos alquimistas e pelos químicos, desde há muito.

Lavoisier, em colaboração com os químicos do seu tempo, principalmente com o estudo experimental sobre reacções de combustão, estabeleceu uma nova teoria, a teoria do oxigénio, que permitiu a interpretação das reacções químicas com base no princípio da conservação da massa.

Trata-se, assim, com o desenvolvimento das propostas que se apresentam, de proporcionar

um estudo experimental, com fortes raízes históricas, do princípio da conservação da massa, iniciando esse estudo com a experimentação sobre reacções químicas de combustão e fazendo-o acompanhar de aspectos que o enriquecem no âmbito social, económico e ambiental, ao mesmo tempo que se projecta no tempo presente e, presumivelmente, futuro.

### **Sugestão de uma estratégia geral para o estudo da conservação da massa nas reacções químicas**

Tendo em conta a particularidade de cada turma e professor-colaborador, a estratégia proposta inicia-se por uma contextualização social, ambiental... do assunto, apelando para a importância actual do tema em situações concretas (por exemplo através de slides) que envolvem reacções químicas de combustão tais como reciclagens, motores de combustão, fogos florestais, centrais térmicas... Identificam-se as combustões como reacções químicas. Coloca-se uma primeira questão-problema, fio condutor para toda a actividade experimental: haverá ou não alteração na massa das substâncias finais relativamente às iniciais, numa combustão, ou seja, quando uma substância arde? Após as previsões dos alunos são efectuadas combustões em sistema aberto, de diversos materiais e com determinação da massa antes e depois da combustão. Fazendo o paralelismo com ideias históricas, através da leitura de textos, podem realizar-se experiências no sentido de corroborar a hipótese de Lavoisier da participação do oxigénio na combustão, passando depois à questão da necessidade de controlo da massa em tais reacções químicas, improvisando sistemas reaccionais fechados para a realização de combustões.

Após a discussão do contexto histórico da época de Lavoisier e do estabelecimento da lei da conservação da massa pelo estudo das reacções de combustão, estende-se então o problema a outras reacções químicas e podem ser realizadas diversas experiências, partilhando os resultados obtidos.

A recolha de informação sobre o tempo, o espaço e a vida de Lavoisier podem conduzir a diversas actividades complementares, nomeadamente extra-lectivas, como jornal de parede ou dramatizações envolvendo “apoiantes e adversários de Lavoisier”.

Pela importância actual e previsivelmente futura das reacções de combustão, podem realizar-se visitas de estudo como complemento e ampliação das ideias, a centrais térmicas ou a unidades industriais em que as reacções químicas de combustão tenham um papel central<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> No âmbito dos Projectos Ciência Viva foram efectuadas visitas de estudo à Central Térmica do Pego, Abrantes. Sugere-se, por exemplo, uma visita de estudo ao Museu do vidro, em Alcobaça.

# PROTOCOLO I

## Tema

Conservação da massa nas reacções químicas - "Vulcão" - Combustão do dicromato de amónio em sistema aberto

## Finalidades

Compreender como varia a massa numa reacção de combustão.

Experimentar em sistema aberto.

## Problema

Numa reacção química a massa do sistema (determinada com uma balança) varia ou não? Por exemplo, quando um material "arde", ocorre, ou não, alteração da massa? (Responder e justificar a resposta)

## Material de Laboratório e Reagentes

Balança electrónica

Placa de vidro 25 cm x 25 cm x 0,25 cm

Espátula

Fósforos

Vareta de vidro

Dicromato de amónio

## Segurança

Usar óculos de protecção

Usar luvas

Usar bata ou avental

## Procedimento

Ler as instruções com muita atenção e verificar se tem todo o material necessário para realizar a experiência.

Se existirem dúvidas pedir ajuda ao professor.

Lembrar que o trabalho não está terminado enquanto a bancada ou a mesa de trabalho não estiver limpa e arrumada.

Responder às questões que são propostas no final.

### Desenvolvimento da Actividade

- 1 - Colocar a placa de vidro em cima da balança e registar o valor da sua massa
- 2 - Deitar dicromato de amónio na placa de vidro em cima da balança e registar o valor da sua massa
- 3 - Registar a cor do dicromato de amónio
- 4 - Com a vareta, abrir um pequeno orifício no meio do dicromato de amónio, que servirá de chaminé do vulcão
- 5 - Acender um fósforo e colocá-lo em contacto com o dicromato de amónio, usando para isso a chaminé do vulcão. Retirar o fósforo quando se iniciar a combustão do dicromato de amónio
- 6 - Registar o que se observa durante a reacção
- 7 - Terminada a combustão, registar as características observáveis (cor, estado físico...) do composto obtido
- 8 - Registar a massa obtida no final.

### Questões

- A mudança de cor observada deve-se a uma transformação física ou química? Tentar explicar.
- Que alterações ocorrem no valor da massa à medida que a combustão do dicromato de amónio ocorre? Como se interpretam essas alterações?
- Como poderia ser controlada, experimentalmente, a variação da massa?

## PROTOCOLO II

### Tema

Conservação da massa nas reacções químicas - Reacção entre o zinco e o ácido clorídrico

### Finalidades

Compreender como varia a massa numa reacção química.

Experimentar em sistema fechado.

### Problema

Numa reacção química a massa do sistema (determinada com uma balança) varia ou não? Que variável podemos controlar no sentido de compreender a ocorrência de alteração, ou não, da massa de uma reacção química?

### Material de Laboratório e Reagentes

Balança electrónica

Erlenmeyer

Tubo de ensaio

Pipeta

Fio

Balão de borracha

Lixa

Alfinete

Zinco


Ácido clorídrico 0,1M

### Segurança

Usar óculos de protecção

Usar luvas

Usar bata ou avental

Ler o rótulo do frasco do ácido clorídrico - 

### Procedimento

Ler as instruções com muita atenção e verificar se tem todo o material necessário para realizar a experiência.

Se existirem dúvidas pedir ajuda ao professor.

Lembrar que o trabalho não está terminado enquanto a bancada ou a mesa de trabalho não estiver limpa e arrumada.

Responder às questões que são propostas no final.

### Desenvolvimento da Actividade

- 1 - Pegar numa lâmina de zinco, lixar a superfície do metal e registar as suas características observáveis (cor, brilho...)
- 2 - Colocar o zinco dentro de um erlenmeyer
- 3 - Atar ao tubo de ensaio um fio de comprimento de cerca de 20 cm.
- 4 - Dentro do tubo de ensaio deitar, até cerca de 2/3 do tubo, ácido clorídrico diluído e coloca o tubo de ensaio dentro do erlenmeyer sem entornar o ácido com ajuda do fio.
- 5 - Colocar um balão de borracha na entrada do erlenmeyer (figura 1

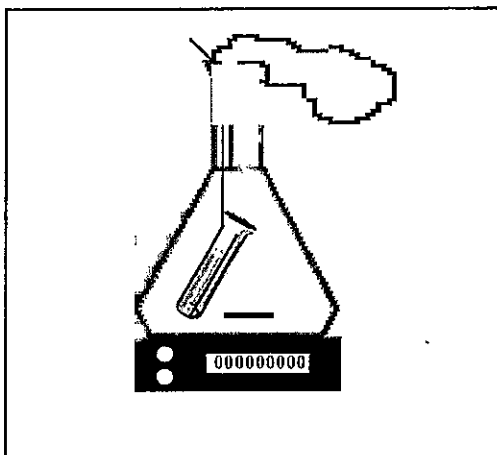


figura 1

- 6 - Pesar o sistema formado pelo erlenmeyer, fio, tubo de ensaio com ácido clorídrico e zinco. Registrar o valor da massa.
- 7 - De seguida, inclinar o erlenmeyer de forma a que o ácido clorídrico do tubo de ensaio entre em contacto com o zinco.
- 8 - Registrar o que se vai observando durante a reacção
- 9 - Terminada a reacção, voltar a pesar o sistema e registar o valor da massa
- 10 - Furar o balão com um alfinete.
- 11 - Voltar a pesar o sistema e registar o valor da massa

**Questões**

- Como se interpreta a diferença entre os valores registados nas diferentes pesagens que foram efectuadas?

- Escrever a equação de palavras da reacção química que ocorreu entre o zinco e o ácido clorídrico.

- Apontar dificuldades na realização experimental

## PROCOLO III

### Tema

Conservação da massa nas reacções químicas - Reacção entre o iodeto de potássio e o nitrato de chumbo

### Finalidades

- Compreender como varia a massa numa reacção química.
- Experimentar em diferentes sistemas.


### Problema

Numa reacção química a massa do sistema (determinada com uma balança) varia ou não? Que variável podemos controlar no sentido de compreender a ocorrência de alteração, ou não, da massa de uma reacção química? Quando num sistema aberto não há variação de massa o que significa esse facto?

### Material de Laboratório e Reagentes

- Balança electrónica
- Erlenmeyer de 250 ml
- Tubo de vidro
- Fio com 20 cm
- Rolha
- Pipeta de 10 ml, Pompete
- Solução aquosa de iodeto de potássio
- Solução aquosa de nitrato de chumbo

### Segurança

- Usar óculos de protecção
- Usar luvas
- Usar bata ou avental
- Ler o rótulo do frasco do nitrato de chumbo - 

### Procedimento

Ler as instruções com muita atenção e verificar se tem todo o material necessário para realizar a experiência.

Se existirem dúvidas pedir ajuda ao professor.

Lembrar que o trabalho não está terminado enquanto a bancada ou a mesa de trabalho não estiver limpa e arrumada.

Responder às questões que são propostas no final.

### Desenvolvimento da Actividade

- 1 - Observa e regista o aspecto das soluções fornecidas
- 2 - Medir 20 ml de solução aquosa de nitrato de chumbo com auxílio de uma proveta, e deitá-los no erlenmeyer
- 3 - Medir 5 ml de solução aquosa de iodeto de potássio com a pipeta, e deitá-los no tubo de vidro
- 4 - Colocar no erlenmeyer o tubo de vidro com o fio atado numa posição que não permita o contacto dos dois reagentes e tapá-lo com a rolha
- 5 - Colocar o conjunto em cima da balança e registar o valor da massa
- 6 - Com muito cuidado inverter o tubo de vidro pequeno deixando que a solução aquosa de iodeto de potássio caia sobre a solução aquosa de nitrato de chumbo
- 7 - Registar o que se observa dentro do erlenmeyer que evidencie a ocorrência de reacção química
- 8 - Registar o valor da massa
- 9 - Destapar o erlenmeyer, colocando a rolha no prato da balança e registar a massa.

### Questões

- Que indicadores existem da ocorrência de reacção química?
- Qual o estado físico dos compostos que se formam após a reacção?
- Como interpretas a diferença entre os valores registados nas diferentes pesagens que foram efectuadas?
- Porque se coloca a rolha no prato da balança (passo 9)?
- Após destapar o erlenmeyer, houve libertação de algum produto gasoso? Justificar a resposta.
- Escrever a equação de palavras da reacção química que ocorreu entre o nitrato de chumbo e o iodeto de potássio sabendo que se formou iodeto de chumbo e nitrato de potássio

- Apontar dificuldades na realização experimental e o modo como foram resolvidas
- Que dúvidas tem relativamente ao trabalho realizado e ao assunto estudado?

## PROCOLO IV

### Tema

Balanço da massa em reacções de combustão em sistema aberto

### Finalidades

Compreender como varia a massa numa reacção química de combustão.

Experimentar em sistema aberto.

### Problema

Numa reacção química a massa do sistema (determinada com uma balança) varia ou não? Quando um fósforo "arde" ocorre aumento, conservação ou diminuição de massa no sistema? (Responder à questão, confrontando com a previsão dos colegas)

### Material de Laboratório e Reagentes

Balança electrónica

Folha de papel de alumínio

Isqueiro

Fósforos

### Segurança

Usar óculos de protecção

Usar luvas

Usar bata ou avental

### Procedimento

Ler as instruções com muita atenção e verificar se tem todo o material necessário para realizar a experiência.

Se existirem dúvidas pedir ajuda ao professor.

Lembrar que o trabalho não está terminado enquanto a bancada ou a mesa de trabalho não estiver limpa e arrumada.

Responder às questões que são propostas no final.

### Desenvolvimento da Actividade

1 - Colocar a folha de alumínio sobre a balança e, sobre ela, um fósforo

2 - Registar a massa do conjunto colocado sobre a balança

3 - Com o isqueiro inflamar o fósforo e deixar que a combustão termine

4 - Registrar a massa do conjunto depois da combustão

### Questões

- Que indicadores existem da ocorrência de reacção química?
  
- Como se interpreta a diferença entre os valores registados nas duas pesagens que foram efectuadas?
  
- Apontar dificuldades na realização experimental e o modo como foram resolvidas
  
- Que dúvidas tem relativamente ao trabalho realizado e ao assunto estudado?
  
- O que conseguiu compreender com a realização destas experiências?

# PROTOCOLO V

## Tema

Conservação da massa nas reacções químicas - Combustão

## Finalidades

Compreender a conservação da massa nas reacções químicas.  
Fazer previsões com base numa teoria

## Problema

Numa reacção química a massa do sistema (determinada com uma balança) varia ou não?

## Material de Laboratório e Reagentes

Balança electrónica  
Frasco com rolha hermética  
Folha de alumínio  
Lupa  
Fósforos

## Segurança

Usar óculos de protecção  
Usar luvas  
Usar bata ou avental

## Procedimento

Ler as instruções com muita atenção e verificar se tem todo o material necessário para realizar a experiência.

Se existirem dúvidas pedir ajuda ao professor.

Lembrar que o trabalho não está terminado enquanto a bancada ou a mesa de trabalho não estiver limpa e arrumada.

Responder às questões que são propostas no final.

## Desenvolvimento da Actividade

1 - Em conjunto com o grupo discutir por que não se terá mantido constante a massa do fósforo na situação anterior.

2 - Pensar que aspectos podem ser controlados e organizar, recorrendo ao material que é apresentado/disponibilizado, uma experiência que permita concluir em que circunstância a massa

se conserva

**Questões**

- O que se compreendeu com a realização desta experiência?
  
- Apontar dificuldades na realização experimental e o modo como foram resolvidas
  
- Que dúvidas tem relativamente ao trabalho realizado e ao assunto estudado?

## PROCOLO VI

### Tema

Conservação da massa nas reacções químicas. Combustões em sistema aberto.

### Finalidades

Fazer previsões com base numa teoria que se aceita

Interpretar experiências à luz de uma teoria aceite

### Problema

Uma das questões que podemos colocar, e muitas vezes foi posta ao longo da História da Ciência, é se, quando um material "arde" (reacção de combustão) a massa (quantidade de matéria determinada com a balança) se mantém, aumenta ou diminui?

Registar as previsões sobre a variação da massa, após a combustão, do álcool, do algodão e da palha de aço (ferro), justificando.

PREVISÕES (aumenta/ diminui/ mantém-se).

### Material de Laboratório e Reagentes

Balança electrónica

Duas cápsulas de porcelana

Goblé (pirex)

Fósforos compridos

Algodão em rama

Álcool

Palha de aço

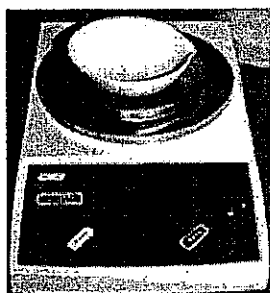
### Procedimentos (1730)

Realizar as situações propostas, sequencialmente, com todo o cuidado

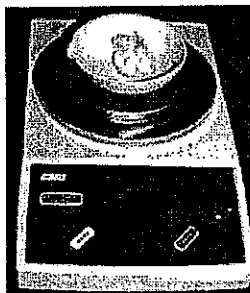
### Segurança

Usar luvas, óculos de protecção e bata.

### Desenvolvimento das Atividades



Álcool



Algodão



Palha de aço (ferro)

- 1 - Deitar álcool na cápsula de porcelana e colocar esta sobre a balança.
- 2 - Registrar no esquema da montagem experimental o valor da massa
- 3 - Inflamar o álcool com o fósforo
- 4 - Deixar que a combustão termine
- 5 - Registrar de novo o valor da massa.
- 6 - Repetir o procedimento para o algodão em rama
- 7 - Repetir o procedimento para a palha de aço, colocando esta dentro do goblé. Pode ser necessário inflamá-la várias vezes.

### Questões

- Fazer outros esquemas das situações finais, após as combustões, e escrever os valores marcados em cada um dos casos.
- Comparar/confrontar os resultados com as previsões
- Como se podem interpretar as diferenças entre as várias situações observadas?

## PROTOCOLO VII

### Tema

Participação do oxigénio nas reacções de combustão

### Introdução

Lavoisier realizou combustões de vários materiais que o conduziram na compreensão de que uma parte do ar entrava na combustão. Algumas das substâncias então utilizadas foram o estanho e o fósforo. Por questões de segurança utilizaremos nesta situação algodão (ou outro material).

### Finalidades

Compreender que o oxigénio é um reagente numa reacção de combustão

### Procedimento

Realiza a actividade experimental que se segue. Deve ser feita com muito cuidado para evitar perigos e com muita atenção para compreenderes as situações propostas (Se for possível usa óculos de protecção e bata).

### Material de laboratório e reagentes

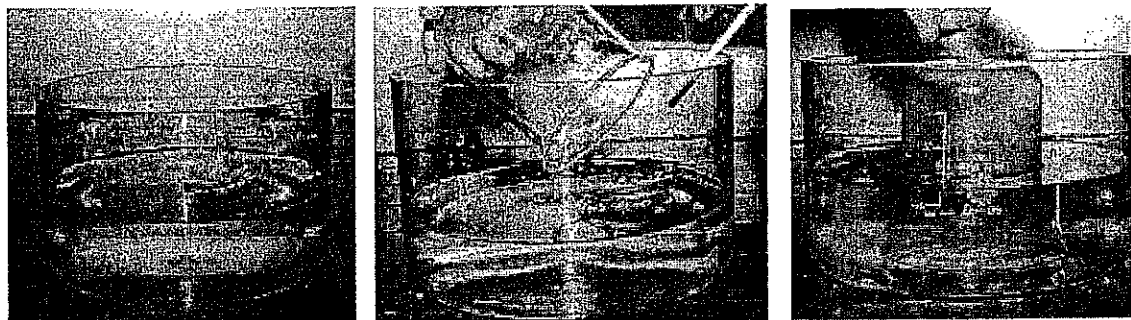
(verifica se tens no tabuleiro todo o material indicado)

- tina, copo, vidro de relógio, rolha larga, água, fósforos
- algodão (ou outro material indicado)

### Procedimento

Ler as indicações de procedimento completas para ter uma ideia do que se vai fazer e iniciar depois a realização experimental seguindo essas indicações; se tiver alguma dúvida colocá-la inicialmente ao grupo; se tiver alguma dificuldade, chamar o professor.

### Desenvolvimento da Actividade



1 - Coloca água na tina até cerca de um terço da sua altura.

2 - Colocar um pedaço de algodão (ou outro material) no vidro de relógio e colocar o conjunto sobre a rolha (marca o nível da água na tina e/ou no copo).

3 - Colocar o conjunto preparado a flutuar sobre a água, inflamar o material e rapidamente inverter sobre ele o copo.

4 - Registrar o que se observa e fazer um novo esquema da situação final após a combustão ter terminado.

### Questões

Para discutir e responder em grupo:

- Porque motivo terá a água subido no copo?
  
- Qual o volume aproximado do gás que participou na reacção, relativamente ao volume total ocupado inicialmente pelo ar dentro do copo?
  
- Qual é o gás que participa na reacção de combustão? Recorda a composição do ar.
  
- Lavoisier, ao realizar a sua experiência semelhante à que foi realizada, terá ficado imediatamente convencido de que o oxigénio (do ar) participava nas combustões? Porquê?
  
- Após esta situação como se poderão interpretar (ou reinterpretar) os resultados obtidos na realização da ficha do Protocolo VI?
  
- Tentar, no grupo, planear uma experiência que possa dar resposta à questão inicialmente colocada: "Será que a massa numa reacção de combustão se mantém, aumenta ou diminui?" (Indicar o material necessário e o modo de procedimento e apresentar ao professor)

## PROTOCOLO VIII

### Tema

Reacções químicas de combustão. Sistema fechado. Controlo de variáveis

### Finalidades

Compreender dificuldades da teoria do flogisto para explicar as reacções de combustão

Planear experiências

Compreender a necessidade de controlar variáveis

### Problema

Podemos agora controlar alguns aspectos das reacções químicas de combustão que nos poderão ajudar a responder à questão inicialmente colocada "será que a massa durante uma reacção química de combustão se mantém, aumenta ou diminui?"

### Segurança

Usar luvas, óculos de protecção e bata

Material de Laboratório e Reagentes

Balança; frascos com tampa hermética; fita de magnésio/ algodão/ álcool  
vidro de relógio; lupa

### Desenvolvimento da Actividade

- 1 - Colocar a substância no vidro de relógio
- 2 - Introduzir o conjunto dentro do frasco e tapá-lo com a tampa hermética
- 3 - Colocar sobre a balança e registar a massa.
- 4 - Representar esquematicamente a situação.
- 5 - Mantendo o conjunto sobre a balança e com auxílio da lupa inflamar a substância.
- 6 - Aguardar o fim da combustão observando atentamente o mostrador da balança.
- 7 - Registar o valor da massa após o final da reacção.

**Questões**

- Compara os valores da massa antes e depois de ter ocorrido a reacção química de combustão.
  
- Relaciona estes resultados com os obtidos na Ficha do Protocolo VI, para a mesma substância. Tenta interpretar as situações ocorridas.
  
- Qual terá sido o aspecto determinante para a alteração verificada?
  
- Porque terão sido necessários tantos séculos para se interpretar as reacções químicas de combustão?
  
- O que terá contribuído para que Lavoisier tenha conseguido realizar experiências semelhantes às que realizámos?

e os metais. As cales produzem ar e os metais ganham peso quando se tornam cales.

## PROTOCOLO IX

### Tema

Conservação da massa em reacções químicas

### Problema

A ideia de conservação da massa nas reacções químicas foi amadurecendo na cabeça de Lavoisier na sequência da sua nova teoria do oxigénio que explicava com mais consistência as reacções de combustão.

Foi principalmente, como já vimos, depois do encontro com Priestley, e a partir das suas experiências sobre a água que ele estabeleceu com mais precisão o Princípio da Conservação da Massa que podemos agora tomar como lei e por isso é conhecida também com o nome de Lei de Lavoisier.

Será que a conservação da massa ocorre noutras reacções químicas, além das combustões?  
E será que uma só experiência é suficiente para estabelecer uma Lei?

### Finalidades

Compreender o poder de previsão de uma teoria científica

Fazer registos cuidadosos e úteis

Aplicar a Lei da conservação da massa em reacções que não são de combustão

### Procedimento

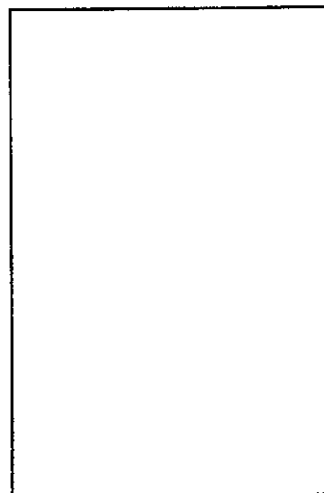
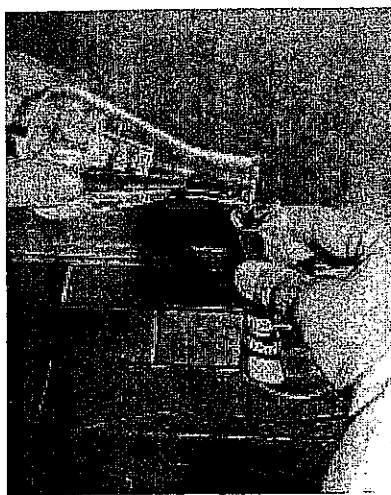
Ler até ao fim a proposta de actividade experimental que é apresentada. Discutir com o grupo as situações que vão surgindo e com o professor alguma dúvida intransponível ou alguma dificuldade. Além das respostas às questões indicadas no final, preparar um registo para comunicar os resultados, posteriormente, à turma.

### Material de Laboratório e Reagentes

Balança; 2 erlenmeyeres; 2 rolhas

Solução de sulfato de cobre e solução de hidróxido de cálcio (água de cal)

### Desenvolvimento da Actividade



De acordo com o esquema da figura:

- 1- Num erlenmeyer deitar uma quantidade (volume) de uma das soluções.
- 2- No outro erlenmeyer deitar uma quantidade (volume) aproximadamente igual do outro reagente.
- 3- Determinar a massa correspondente aos dois erlenmeyeres com as respectivas soluções.
- 4- Misturar o conteúdo de um dos erlenmeyeres com o do outro e agite.
- 5- Determinar novamente a massa do conjunto.

### Questões

- Porque se mantém o copo vazio sobre o prato da balança?
- É necessário tapar os balões de erlenmeyer com rolha? Porquê?
- O que se observa no erlenmeyer onde foram reunidas as duas soluções? Quais são os indicadores de que ocorreu reacção química?
- Sabendo que se forma na reacção sulfato de cálcio e hidróxido de cobre (azul) escrever o esquema (equação de palavras) que representa a reacção química ocorrida.
- Poder-se-á concluir que a massa se conservou na reacção química? Justificar. Os resultados da actividade experimental respondem à questão inicial da ficha?
- Preparar um registo para comunicar os resultados à turma.

# PROTOCOLO X

## Tema

Conservação da massa em reacções químicas.

## Finalidades

Compreender o poder de previsão de uma teoria científica

Fazer registos cuidadosos e úteis

Aplicar a lei da conservação da massa

Comunicar resultados

## Problema

A ideia de conservação da massa nas reacções químicas foi amadurecendo na cabeça de Lavoisier na sequência da sua nova teoria do oxigénio que explicava com mais consistência as reacções de combustão.

Foi principalmente, como já vimos, depois do encontro com Priestley, e a partir das suas experiências sobre a água que ele estabeleceu com mais precisão o Princípio da Conservação da Massa que podemos agora tomar como lei e por isso é conhecida também com o nome de Lei de Lavoisier.

Será que a conservação da massa ocorre noutras reacções químicas, além das combustões?

E será que uma só experiência é suficiente para estabelecer uma Lei?

## Procedimento

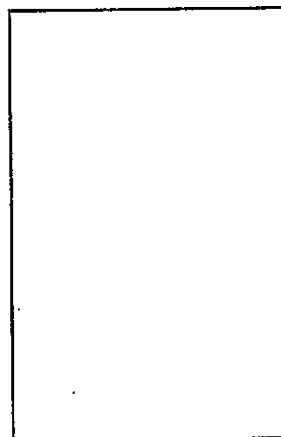
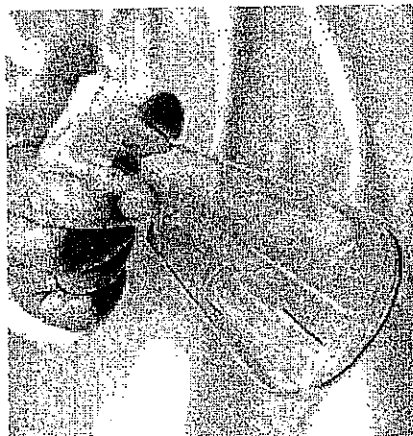
Ler até ao fim a proposta de actividade experimental que é apresentada. Discutir com o grupo as situações que vão surgindo e com o professor alguma dúvida intransponível ou alguma dificuldade. Além das respostas às questões indicadas no final, preparar um registo para comunicar os resultados, posteriormente, à turma.

## Material de Laboratório e Reagentes

Balança; erlenmeyer; espátula; pinça; tubo (frasco) pequeno de fundo plano; balão de borracha (ou outra forma de vedar);

Ácido clorídrico; carbonato de cálcio (pó de mármore, por exemplo)

## Desenvolvimento da Actividade



De acordo com o esquema da figura:

- 1- No fundo do erlenmeyer colocar uma pequena quantidade de carbonato de cálcio.
- 2- No tubo pequeno deitar uma pequena quantidade de ácido clorídrico.
- 3- Colocar cuidadosamente, com ajuda de uma pinça, o tubo contendo o ácido clorídrico no fundo do erlenmeyer. Vedar a boca do erlenmeyer.
- 4- Determinar a massa correspondente ao conjunto.
- 5- Tombar o ácido sobre o metal.
- 6- Determinar novamente a massa do conjunto

### Questões

- Porque é que se veda a boca do erlenmeyer?
- O que se observa após a junção das duas substâncias? Quais são os indicadores de que ocorreu reacção química?
- Sabendo que se forma na reacção cloreto de cálcio, dióxido de carbono e água, escrever o esquema (equação de palavras) que representa a reacção química ocorrida.
- Poder-se-á concluir que a massa se conservou na reacção química? Justificar. Os resultados da actividade experimental respondem à questão inicial da ficha?
- Preparar um registo para comunicar os resultados à turma.

# PROTOCOLO XI

## Tema

Conservação da massa em reacções químicas.

## Finalidades

Compreender o poder de previsão de uma teoria científica

Fazer registos cuidadosos e úteis

Aplicar a lei da Conservação da massa

Comunicar resultados

## Problema

A ideia de conservação da massa nas reacções químicas foi amadurecendo na cabeça de Lavoisier na sequência da sua nova teoria do oxigénio que explicava com mais consistência as reacções de combustão.

Foi principalmente, como já vimos, depois do encontro com Priestley, e a partir das suas experiências sobre a água que ele estabeleceu com mais precisão o Princípio da Conservação da Massa que podemos agora tomar como lei e por isso é conhecida também com o nome de Lei de Lavoisier.

Será que a conservação da massa ocorre noutras reacções químicas, além das combustões?

E será que uma só experiência é suficiente para estabelecer uma Lei?

## Procedimento

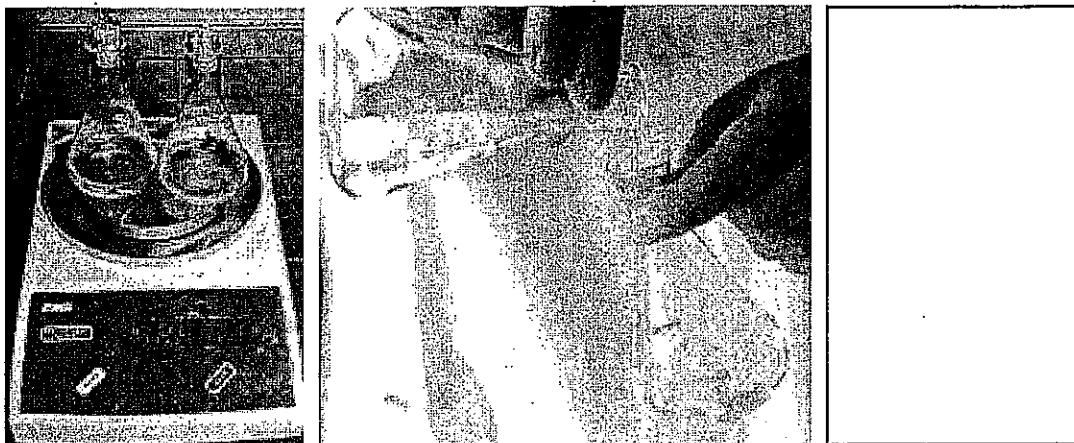
Ler até ao fim a proposta de actividade experimental que é apresentada. Discutir com o grupo as situações que vão surgindo e com o professor alguma dúvida intransponível ou alguma dificuldade. Além das respostas às questões indicadas no final, preparar um registo para comunicar os resultados, posteriormente, à turma.

## Material de laboratório e reagentes

Balança; 2 erlenmeyeres; 2 rolhas

Solução de iodeto de potássio e solução de nitrato de chumbo

### Desenvolvimento da Actidade



De acordo com o esquema da figura:

- 1- Num erlenmeyer deitar uma quantidade (volume) de uma das soluções.
- 2- No outro erlenmeyer deitar uma quantidade (volume) aproximadamente igual da outra solução.
- 3- Determinar a massa correspondente ao conjunto.
- 4- Juntar o conteúdo de um dos erlenmeyeres com o do outro.
- 5- Determinar novamente a massa do conjunto.

### Questões

- Porque se mantém o erlenmeyer vazio sobre o prato da balança?
- É necessário tapar os balões de erlenmeyer com rolha? Porquê?
- O que se observa no erlenmeyer onde foram reunidas as duas soluções? Quais são os indicadores de que ocorreu reacção química?
- Sabendo que se forma na reacção iodeto de chumbo (amarelo) e nitrato de potássio (incolor e muito solúvel em água) escreve o esquema (equação de palavras) que representa a reacção química ocorrida.
- Poder-se-á concluir que a massa se conservou na reacção química? Justificar. Os resultados da actividade experimental respondem à questão inicial da ficha?
- Preparar um registo para comunicar os resultados à turma.

## PROTOCOLO XII

### Tema

Conservação da massa em reacções químicas.

### Finalidades

Compreender o poder de previsão de uma teoria científica

Fazer registos cuidadosos e úteis

Aplicar a lei da Conservação da massa

Comunicar resultados

### Problema

A ideia de conservação da massa nas reacções químicas foi amadurecendo na cabeça de Lavoisier na sequência da sua nova teoria do oxigénio que explicava com mais consistência as reacções de combustão.

Foi principalmente, como já vimos, depois do encontro com Priestley, e a partir das suas experiências sobre a água que ele estabeleceu com mais precisão o Princípio da Conservação da Massa que podemos agora tomar como lei e por isso é conhecida também com o nome de Lei de Lavoisier.

Será que a conservação da massa ocorre noutras reacções químicas, além das combustões?

E será que uma só experiência é suficiente para estabelecer uma Lei?

### Procedimento

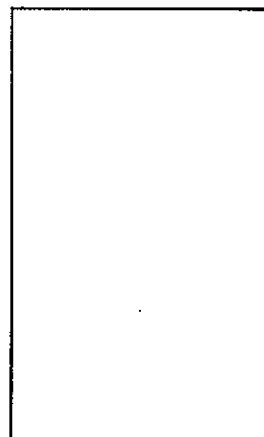
Ler até ao fim a proposta de actividade experimental que é apresentada. Discutir com o grupo as situações que vão surgindo e com o professor alguma dúvida intransponível ou alguma dificuldade. Além das respostas às questões indicadas no final, preparar um registo para comunicar os resultados, posteriormente, à turma.

### Material de laboratório e reagentes

Balança; erlenmeyer; rolha; pinça; tubo pequeno de fundo plano; balão de borracha ou outra forma de vedar o erlenmeyer.

Solução de ácido clorídrico; fita de magnésio

### Desenvolvimento da Actividade



De acordo com o esquema da figura:

- 1- No fundo do erlenmeyer colocar fita de magnésio.
- 2- No pequeno tubo de fundo plano deitar uma quantidade de solução de ácido clorídrico.
- 3- Colocar cuidadosamente o tubo contendo o ácido clorídrico no fundo do erlenmeyer. Colocar o balão de borracha a vedar a boca do erlenmeyer (ou vedar de outra forma).
- 4- Determinar a massa correspondente ao conjunto.
- 5- Tombar o ácido sobre o metal.
- 6- Determinar novamente a massa do conjunto.

### Questões

- Porque é que se veda o erlenmeyer?
- O que se observa após a junção das duas substâncias? Quais são os indicadores de que ocorreu reacção química?
- Sabendo que se forma na reacção cloreto de magnésio e hidrogénio escrever o esquema (equação de palavras) que representa a reacção química ocorrida.
- Poder-se-á concluir que a massa se conservou na reacção química? Justificar. Os resultados da actividade experimental respondem à questão inicial da ficha?
- Preparar um registo para comunicar os resultados à turma.

## PROTOCOLO XIII

### Tema

Conservação da massa em reacções químicas.

### Finalidades

Compreender o poder de previsão de uma teoria científica

Fazer registos cuidadosos e úteis

Aplicar a lei da Conservação da massa

Comunicar resultados

### Problema

A ideia de conservação da massa nas reacções químicas foi amadurecendo na cabeça de Lavoisier na sequência da sua nova teoria do oxigénio que explicava com mais consistência as reacções de combustão.

Foi principalmente, como já vimos, depois do encontro com Priestley, e a partir das suas experiências sobre a água que ele estabeleceu com mais precisão o Princípio da Conservação da Massa que podemos agora tomar como lei e por isso é conhecida também com o nome de Lei de Lavoisier.

Será que a conservação da massa ocorre noutras reacções químicas, além das combustões?

E será que uma só experiência é suficiente para estabelecer uma Lei?

### Procedimento

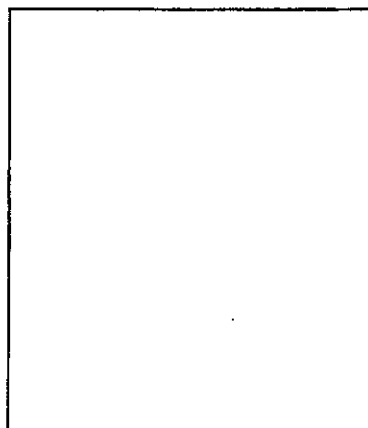
Ler até ao fim a proposta de actividade experimental que é apresentada. Discutir com o grupo as situações que vão surgindo e com o professor alguma dúvida intransponível ou alguma dificuldade. Além das respostas às questões indicadas no final, preparar um registo para comunicar os resultados, posteriormente, à turma.

### Material de laboratório e reagentes

Balança; erlenmeyer; rolha; pinça; frasco pequeno de fundo plano;

Solução de ácido azótico; aparas de cobre finas

### Desenvolvimento da Actividade



De acordo com o esquema da figura:

- 1- No fundo do erlenmeyer colocar as aparas de cobre.
- 2- No frasco pequeno deitar uma pequena quantidade de solução de ácido azótico.
- 3- Vedar o melhor possível o erlenmeyer e determinar a massa do conjunto.
- 4- Tombar o ácido sobre o metal (relembrar que os vapores de óxido de azoto formados não se devem respirar).
- 5- Determine novamente a massa do conjunto.

### Questões

- É necessário tapar o erlenmeyer? Porquê?
- O que se observa no erlenmeyer após a junção das duas substâncias? Quais são os indicadores de que ocorreu reacção química?
- Sabendo que se forma na reacção óxido de azoto, nitrato de cobre e água, escrever o esquema (equação de palavras) que representa a reacção química ocorrida.
- Poder-se-á concluir que a massa se conservou na reacção química? Justificar. Os resultados da actividade experimental respondem à questão inicial da ficha?
- Preparar um registo para comunicar os resultados à turma.

## IV - Comentários Finais

A avaliação feita pelos participantes, nomeadamente pelos professores colaboradores, foi extremamente positiva, considerando de muito interesse a sua participação no desenvolvimento da acção e realçando o interesse dos alunos no trabalho experimental realizado. Foi referida a maior articulação que é possível estabelecer entre os conceitos e os processos com o trabalho experimental desenvolvido, bem como a articulação do trabalho experimental com aspectos da história da ciência e inter-relações da Ciência com a Tecnologia ou a Sociedade, importantes para a sua compreensão. Manifestaram a opinião de que os alunos estiveram muito motivados e envolvidos nas actividades notando-se uma melhoria na sua aprendizagem em diferentes domínios. Consideraram igualmente uma excelente oportunidade de formação, pela proposta de perspectivas que habitualmente não consideravam no seu ensino da Química.

Quanto aos alunos que foram questionados sobre o interesse das actividades desenvolvidas, consideraram-nas muito interessantes, em particular a forma de abordagem relativamente à realização das experiências e à quantidade de informação interessante que receberam. Mereceu muito relevo a participação na visita de estudo que efectuaram à central térmica do Pêgo.

## V - Bibliografia

- Anderson, B. (1986). Pupils' explanation of chemical reactions. *Science Education*, 70(5), 549-563.
- Bensaude-Vincent. (1996). *Elementos para uma história das ciências*. Lisboa: Terramar (2 volumes).
- Bensaude-Vincent, B. & Stengers, I. (1996). *História da Química*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Cachapuz, A. F. (1997). O ensino das ciências para a excelência da aprendizagem. In: <sup>a</sup> Dias de Carvalho (org) *Novas metodologias em educação*. Porto: Porto Editora, 349-385.
- Cachapuz, A.F. (org) (2000). *Perspectivas de Ensino das Ciências*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.
- Gagliardi, R. (1988). Como utilizar la Historia de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 291-296.
- Gil-Pérez, D. & Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155-163.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *The School Science Review*, 70(256), 33-39.
- Hodson, D. (1992). Assessment of practical work: some considerations in philosophy of science. *Science and Education*, 1(2), 115-144.
- Iglésia, P.M. (1997). Una revision del movimiento educativo ciencia-tecnologia-sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 51-57.
- Landau, L. & Lastres, L. (1996). Cambios químicos y conservación de la masa. Está todo claro? *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 171-174.
- Paixão, M.F. (1997). Orientações do trabalho experimental: percorrer um caminho do tradicional ao inovador. In Trindade, V.M. (Coord.) *Metodologias do Ensino das Ciências. Investigação e prática dos professores*. Évora: Universidade de Évora, 183-191.

## VI - Índice

Apresentação	2
II - Trabalho Experimental numa perspectiva inovadora	6
III - Referência ao tema e seu enquadramento no Programa	9
<b>PROTOCOLO I</b>	11
Conservação da massa nas reacções químicas - "Vulcão" - Combustão do dicromato de amónio em sistema aberto	
<b>PROTOCOLO II</b>	13
Conservação da massa nas reacções químicas - Reacção entre o zinco e o ácido clorídrico	
<b>PROTOCOLO III</b>	16
Conservação da massa nas reacções químicas - Reacção entre o iodeto de potássio e o nitrato de chumbo	
<b>PROTOCOLO IV</b>	19
Balanço da massa em reacções de combustão em sistema aberto	
<b>PROTOCOLO V</b>	21
Conservação da massa nas reacções químicas - Combustão	
<b>PROTOCOLO VI</b>	23
Conservação da massa nas reacções químicas. Combustões em sistema aberto.	
<b>PROTOCOLO VII</b>	25
Participação do oxigénio nas reacções de combustão	
<b>PROTOCOLO VIII</b>	27
Reacções químicas de combustão. Sistema fechado. Controlo de variáveis	
<b>PROTOCOLO IX</b>	29
Conservação da massa em reacções químicas. Sulfato de cobre e hidróxido de cálcio	
<b>PROTOCOLO X</b>	31
Conservação da massa em reacções químicas. Ácido clorídrico e carbonato de cálcio	
<b>PROTOCOLO XI</b>	33
Conservação da massa em reacções químicas. Soluções de iodeto de potássio e nitrato de chumbo	
<b>PROTOCOLO XII</b>	35
Conservação da massa em reacções químicas. Ácido clorídrico e magnésio	
<b>PROTOCOLO XIII</b>	37
Conservação da massa em reacções químicas. Ácido azótico e cobre	
IV - Comentários Finais	39
V - Bibliografia	49