

Química e educação para a sustentabilidade: fundamentos e propostas curriculares para Timor-Leste

Química i educació per a la sostenibilitat: fonaments i propostes curriculars per a Timor Oriental

Chemistry and education for sustainability: foundations and curricular proposals for East-Timor

Isabel P. Martins / Universidade de Aveiro. Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores (Portugal)

M.ª Arminda Pedrosa / Universidade de Coimbra. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Departamento de Química. Unidade I&D 70/94/FCT, Química-Física Molecular/FCT, PEst-OE/QUI/UIOO/700/2011 (Portugal)

António José Ferreira / Escola Secundária de Avelar Brotero (Coimbra, Portugal)

M.ª Otilde Simões / Professora aposentada do Ensino Secundário (Portugal)



resumo

Apresentam-se e discutem-se orientações seguidas no desenho do currículo do Ensino Secundário Geral (10.º, 11.º e 12.º anos) de Timor-Leste para a área de Ciências e Tecnologias e explicita-se a sua concretização, na disciplina de química, nos programas, manuais para alunos e guias para professores concebidos, tendo em vista perspectivas de educação para sustentabilidade consonantes com Objetivos de Desenvolvimento do Milénio. Os conteúdos de química são contextualizados em situações reais promovendo competências de resolução de problemas e de trabalho laboratorial.

palavras-chave

Educação para a sustentabilidade, desenvolvimento curricular em química, recursos didáticos, educação em ciências e cidadania.

resum

Es presenten i discuteixen les directrius seguides en el disseny del currículum de l'educació secundària general (10è, 11è i 12è anys) de Timor Oriental per a l'àrea de ciència i tecnologia i s'explica la seva aplicació en la disciplina de química, en programes, manuals per als alumnes i guies per a docents, dissenyats tenint en compte les perspectives de l'educació per a la sostenibilitat d'acord amb els Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni. Els continguts químics estan contextualitzats en situacions reals que promouen les habilitats de resolució de problemes i el treball de laboratori.

paraules clau

Educació per a la sostenibilitat, desenvolupament curricular en química, recursos didàctics, educació científica i per a la ciutadania.

(Cont.)



abstract

In this paper we present and discuss the guidelines followed in the drawing up of the general secondary school curriculum for Sciences and Technology area in East Timor (10th, 11th and 12th grades). In particular we explain how they were concretized in the chemistry programs, student textbooks and teacher guides, which were conceived under the idea of education for sustainability combined with the Millennium Development Objectives. The chemistry contents are contextualized in real life situations in order to promote problem solving and laboratory work skills.

keywords

Education for sustainability, curricular development in chemistry, didactic resources, science education and citizenship.

Introdução e contextualização

Educação científica, literacia científica e educação para a cidadania são conceitos profundamente interligados, quer em ambientes académicos, quer em contextos políticos. Praticamente todos os governos reiteram o papel da educação para o desenvolvimento social, económico e cultural e reconhecem que as políticas educativas devem respeitar compromissos internacionais. No entanto, tal não significa que as orientações curriculares em vigor nos vários países considerem essas posições. Pelo contrário, no que respeita à educação em ciências, proliferam visões distintas por serem distintas as formas como se pensa alcançar uma educação científica de qualidade.

Dada a necessidade de consciencialização de todos, e desde cedo, para a diversidade de problemas de escala planetária e, por conseguinte, para a sua compreensão, a importância da educação científica se orientar para a educação para a cidadania tem sido salientada (por exemplo, Martins, 2011). Ora, a educação para a cidadania não pode ignorar a educação para o desenvolvimento sustentável (EDS), internacionalizada pela proclamação, em dezembro de 2002, pela Assembleia-Geral das Nações Unidas, da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável

(DEDS) (2005-2014). As agendas políticas de educação em muitos países têm procurado contribuir para EDS.

Projetam-se e realizam-se diversas ações que visam definir medidas pós-DEDS à escala mundial. Também na Cimeira da Terra Rio+20 se concluiu ser necessário definir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que orientarão a Agenda para o Desenvolvimento Pós-2015, na sequência dos Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM) assumidos em 2000. A Resolução 66/288 da Assembleia-Geral das Nações Unidas, aprovada em 11 de setembro de 2012, apela para que, de forma integrada e urgente, se estabeleça um processo intergovernamental inclusivo e transparente sobre os ODS. As Nações Unidas nomearam um Painel de Alto Nível para elaborar o documento Pós-2015, o qual apresentou em 30 de maio de 2013, uma proposta de doze metas/ODS, desdobradas em sessenta e seis objetivos ilustrativos. O documento omite problemas relevantes como o controlo demográfico, a urbanização desordenada e a diminuição da diversidade cultural. Estranha-se a omissão, tanto mais que a Resolução 66/288 da Assembleia-Geral reconhece estes três problemas, tal como assinalam Vilches *et al.* (2013). Destaca-se o notável trabalho desenvolvido por

estes autores, ouvidos cinquenta e nove educadores ibero-americanos, o qual constitui uma base séria para construir coletivamente os ODS.

O trabalho que aqui se apresenta está em sintonia profunda com os objetivos da DEDS e os ODM, conforme posições reiteradas em diversos trabalhos publicados anteriormente pelos seus autores, alguns em co-autoria (Capelo, Santos e Pedrosa, 2012a; Capelo, Santos e Pedrosa, 2012b; Capelo, Pedrosa e Albergaria Almeida, 2013; Pedrosa, Ferreira e Simões, 2012).

Neste texto descreve-se e fundamenta-se a proposta curricular para a disciplina de química no Ensino Secundário Geral de Timor-Leste, 10.º, 11.º e 12.º anos (ESG-TL), a qual integra o plano de estudos concebido por uma equipa multidisciplinar (coordenada na Universidade de Aveiro, Portugal). O projeto, enquadrado por um protocolo de cooperação entre o Ministério da Educação de Timor-Leste, a Fundação Calouste Gulbenkian e o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento (o qual o financiou através do Fundo da Língua Portuguesa), foi desenvolvido no período 2010-2013 (<http://www.ua.pt/esgtimor/>) e contemplou a elaboração do plano curricular, dos programas de cada uma das catorze disciplinas do ESG-TL, de manuais para

alunos e guias para professores, para cada ano de escolaridade, para todas as disciplinas. A implementação do 10.º ano de escolaridade teve lugar nas escolas de Timor-Leste no ano letivo de 2012.

Nas secções seguintes apresentam-se os princípios organizadores seguidos na elaboração do currículo do ESG-TL e, em mais detalhe, a estrutura do programa de química para o ciclo de estudos ilustrado com algumas atividades, retiradas dos manuais dos alunos.

Importância social de química na formação geral e educação para a cidadania

Autores e organizações supranacionais como, por exemplo, a UNESCO e a OCDE são unânimes na defesa do ensino das ciências orientado para a literacia científica dos alunos. A Conferência Mundial sobre a Ciência tornou-se uma referência internacional sobre esta orientação (UNESCO e ICSU, 1999). Ora, o conhecimento químico é uma parte indelével do conhecimento científico atual e terá, necessariamente, de fazer parte do ensino formal da escolaridade básica para todos e do Ensino Secundário para os que escolherem percursos de formação em ciências. Embora esta consciência sobre a química escolar exista na sociedade, persistem várias perspetivas sobre orientações a seguir, bem como formas de captar o interesse dos alunos para aprender química. O tipo de currículos e programas, de estratégias de ensino e de recursos didáticos serão sempre de importância fundamental (Rocard *et al.*, 2007). Mais, quaisquer que sejam os contextos sociais, económicos e culturais em que os alunos se insiram é importante aperceberem-se que «os químicos procu-

ram compreender qual é a relação entre a estrutura e as propriedades físicas, químicas e biológicas das substâncias, sejam elas naturais ou sintéticas, com vista a poderem inventar novas substâncias para fins específicos, para o que será também necessário desenvolver processos de síntese laboratorial e de produção industrial» (Martins *et al.*, 2004). O conhecimento em ciências/química permitirá desenvolver competências necessárias para detetar problemas, analisá-los criticamente, compreender o sentido das mensagens emitidas pelos meios de comunicação e saber prestar atenção às injustiças sociais geradas por desigualdades e problemas de dimensão planetária (Gil-Pérez *et al.*, 2000). Embora os meios tecnológicos possibilitem o acesso instantâneo à informação, esta não é sinónimo de *conhecimento*, devendo a escola promover competências necessárias para a sua descodificação e interpretação. A educação em ciências/química, numa perspectiva cultural, será sempre indispensável para reforçar o papel social, argumentativo e reivindicativo das populações, incrementando indicadores de desenvolvimento humano e sócioeconómico de cada país.

Orientações axiológicas e metodológicas para o programa de química do ESG-TL

A organização do programa de química para o ESG-TL orienta-se segundo perspetivas de EDS, o que requer que os professores compreendam o seu alcance e detenham competências específicas para planejar, desenvolver e refletir sobre o seu ensino e sobre as aprendizagens desejáveis dos alunos.

A perspetiva seguida na construção do programa e respeti-

vos recursos didáticos para alunos (manual do aluno) e para professores (guia do professor) assenta no princípio de que todos os cidadãos têm direito a qualidade de vida, para o que será necessário ter em conta e equilibrar posições relativas a três pilares: desenvolvimento económico, desenvolvimento social e proteção ambiental (Ferreira, Pedrosa e Simões, 2012b, p. 8).

Na fig. 1 explicita-se a articulação entre ODM e a perspetiva preconizada para o ensino formal de ciências, onde a química se insere.

O projeto de reestruturação curricular do ESG-TL, destinado a alunos de 16-18 anos, seguiu princípios organizadores próprios deste ciclo de estudos, já explanados em trabalhos anteriores de Martins e Ferreira (2013) e Martins (2013).

O projeto desenvolveu-se entre 2010 e 2013 e teve em conta os ODM, os quais foram centrais na definição da filosofia do plano curricular e foram, por isso, transversais aos programas de todas as disciplinas. Tiveram-se também presentes orientações de outros *fora* internacionais relevantes, tais como a Década das Nações Unidas para a Literacia, Educação e Alfabetização (2003-2012) e a DEDS. Como então dizíamos (Martins e Ferreira, 2013), a DEDS tem como objetivo «integrar os valores inerentes ao desenvolvimento sustentável em todos os aspetos da aprendizagem com o intuito de fomentar mudanças de comportamento que permitam criar uma sociedade sustentável e mais justa para todos». Esta orientação foi assumida para todas as disciplinas.

Recordam-se aqui os princípios orientadores do currículo construído (*Plano curricular do Ensino Secundário Geral*, 2011):

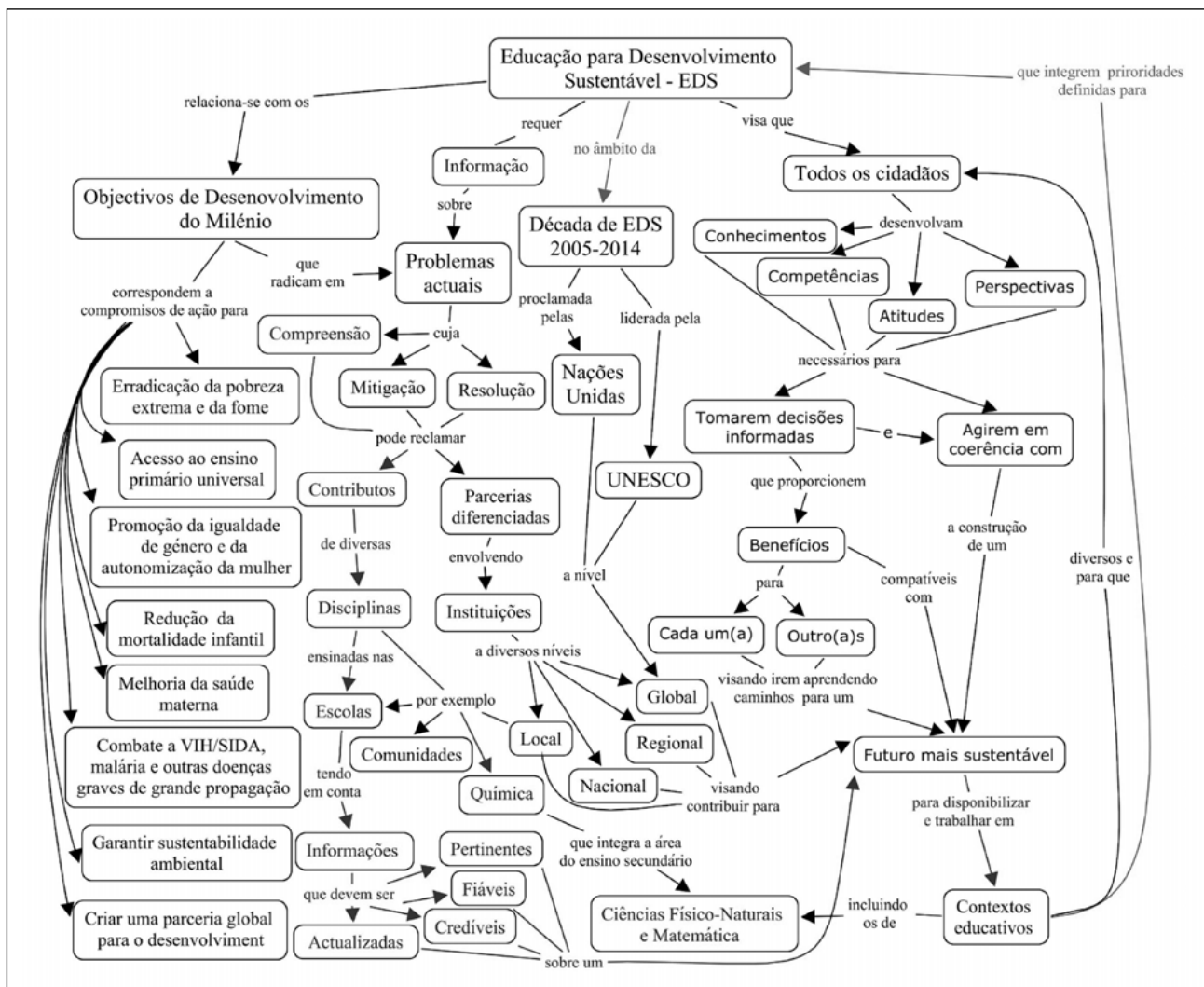


Figura 1. Mapa conceitual EDS: articulação ODM e ensino formal das ciências no ES (Ferreira, Pedrosa e Simões, 2012b, p. 11).

(1) Ter em consideração as finalidades da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DEDS-NU), da Década de Literacia (DL-NU) e dos Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM-NU); (2) contribuir para melhorar a qualidade de vida, reduzir a pobreza e estimular uma cidadania ativa e democrática, através da valorização do desenvolvimento de competências; (3) reconhecer a importância da relação entre conteúdos disciplinares e metodologias de ensino e de aprendizagem orientados para a educação para o desenvolvi-

to sustentável (EDS); (4) contribuir para a EDS articulando saberes de ciências naturais, ciências sociais, tecnologias, línguas, cultura e educação ambiental, perspetivando essa articulação num contexto amplo englobando fatores sócio-culturais e questões sócio-políticas como pobreza, equidade, democracia e qualidade de vida; (5) valorizar e promover competências de pensamento crítico e de resolução de problemas que capacitem para a abordagem, com confiança, de temas e problemas segundo perspetivas de desenvolvimento sustentável.

No que respeita à *componente de ciências e tecnologia* (biologia, física, geologia, química e matemática), destacam-se algumas das finalidades consideradas como forma de concretizar os princípios gerais explicitados no plano curricular:

1. [...].
2. O reconhecimento de condições materiais e humanas necessárias à tentativa de resolver problemas, bem como da importância de mobilizar competências em ciências e tecnologias necessárias a tal desempenho.

3. A compreensão da multiplicidade de fatores que podem contribuir para o agravamento de problemas atuais, em particular, os que são relacionáveis com a ciência e a tecnologia.

4. A promoção de tomadas de consciência das principais problemáticas atuais, com dimensões científicas e tecnológicas.

5. O desenvolvimento de uma perspetiva de interdisciplinaridade, capaz de articular saberes próprios das disciplinas científico-tecnológicas, e de outras, no âmbito de uma matriz social.

6. [...].

7. A valorização do pensamento crítico e da capacidade de argumentação relativamente a temáticas científico-tecnológicas, visando a promoção de uma literacia e de uma cidadania intervenientes.

É neste quadro de orientações que a disciplina de química se insere, em estreita articulação com as realidades atuais da sociedade timorense em pleno desenvolvimento e dos seus

objetivos para um futuro que se pretende sustentável. O respetivo programa foi concebido de modo a proporcionar aos jovens conhecimentos de química que lhes permitam aceder a formas de perceber problemas que afetam as sociedades, incluindo a timorense, a nível local, nacional e global.

Organização do programa

Para cada um dos anos foi escolhido um tema geral, dividido em duas unidades temáticas (UT) fortemente vinculadas a EDS, as quais se desdobram em subtemas, estes mais próximos de conteúdos canónicos de química. A perspetiva global é apresentada na fig. 2.

O tema para o 10.º ano, «Sobrevivência e qualidade de vida», pretende proporcionar o desenvolvimento de competências essenciais orientadas por princípios de EDS, articuladas com o preconizado nos ODM 4 e 6. Para isso propõe-se abordar, do ponto de vista químico, assuntos tais como: classificação de materiais e sua rotulagem; obtenção de água potável;

propriedades de elementos químicos, como a toxicidade e essencialidade; velocidade das reações químicas e conservação de alimentos; soluções e sua composição, algumas usadas como medicamentos; produtos de higiene e limpeza e interpretação da sua ação com base em interações intermoleculares.

Na UT «Materiais, resíduos e gestão de riscos», pretende-se que os alunos compreendam a diversidade de materiais, critérios de classificação, formas como são utilizados, armazenados, transportados e eliminados. Na fig. 3, ilustram-se resíduos domésticos que poderão conter elementos químicos tóxicos.

Na UT «Alimentação, higiene e saúde», destaca-se a diversidade de misturas existentes no quotidiano, muitas delas soluções. Nestas identificam-se constituintes, composição qualitativa e quantitativa, e interpretam-se propriedades com base em modelos de estrutura da matéria.

O tema do 11.º ano, «Recursos materiais e sustentabilidade ambiental», orienta-se para os ODM 1 e 7, pretendendo que os

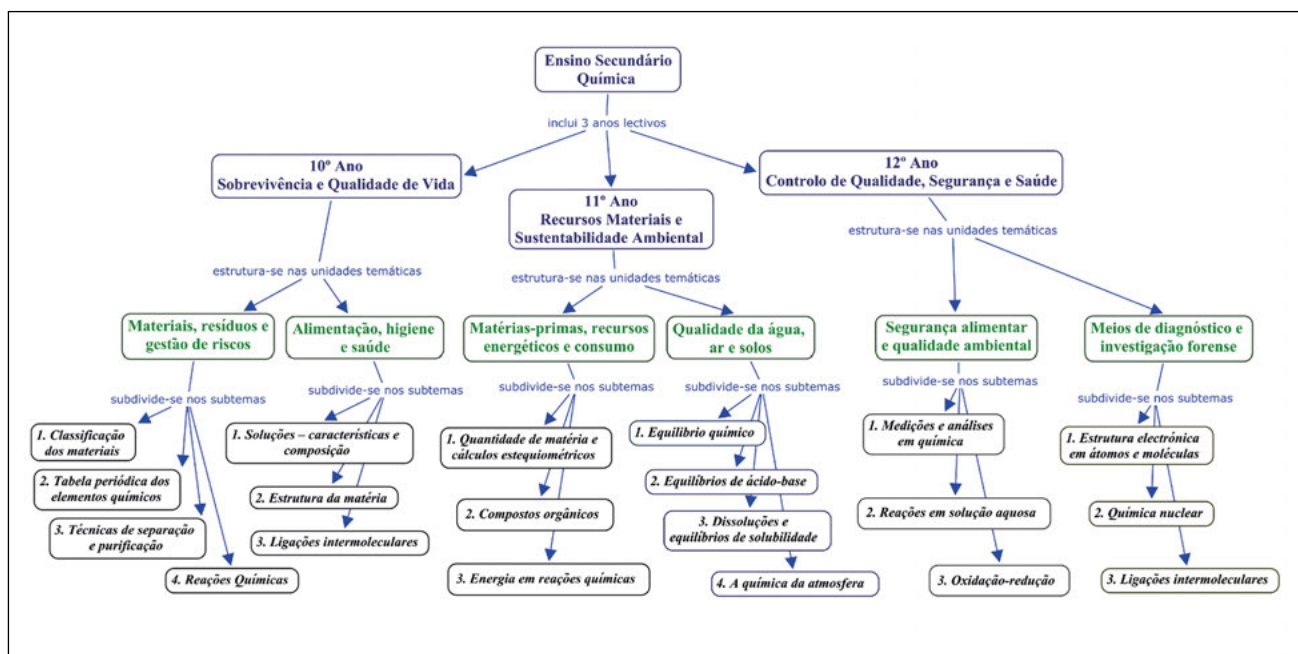


Figura 2. Programa de química (Ferreira, Simões, Fonseca e Pedrosa, 2012, p. 9).



Figura 3. Resíduos domésticos que poderão conter elementos químicos tóxicos (Ferreira, Pedrosa e Simões, 2012a, p. 89).

Recursos materiais e sustentabilidade ambiental

Cálculos em ciências ambientais

Como se pode saber a quantidade de dióxido de carbono emitido por uma fábrica? E por um automóvel? Para responder a estas questões usam-se cálculos estequiométricos.

Por exemplo, se o automóvel usar GPL (mistura constituída principalmente por propano, C_3H_8), então a combustão completa pode traduzir-se por:

$$C_3H_8(g) + 5 O_2(g) \rightarrow 3 CO_2(g) + 4 H_2O(g)$$

Se usar etanol, C_2H_5O , então a combustão completa pode representar-se por:

$$2 C_2H_5O(l) + 9 O_2(g) \rightarrow 4 CO_2(g) + 12 H_2O(g)$$

Através de cálculos estequiométricos conclui-se que cada quilograma de propano emite 3 kg de CO_2 e a mesma massa de etanol emite cerca de 2 kg do mesmo gás de efeito de estufa, CO_2 . Também se pode calcular a quantidade deste gás, CO_2 , proveniente da atmosfera que reage com água produzindo oxigénio durante a fotossíntese:

$$6 CO_2(g) + 6 H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6 O_2(g)$$

A fórmula $C_6H_{12}O_6$ representa a matéria orgânica formada durante a fotossíntese, fixando o elemento carbono proveniente de CO_2 da atmosfera. Este elemento carbono é novamente libertado, como CO_2 , pela reação inversa desta, a qual corresponde a transformações da matéria orgânica, por exemplo em combustões ou em processos de respiração e fermentação por seres vivos.

Se a massa de matéria orgânica formada for igual à massa de matéria orgânica consumida, então é nulo o ciclo de emissão - absorção de CO_2 . É o que acontece com os biocombustíveis, como o etanol: o crescimento da cana-de-açúcar absorve CO_2 da atmosfera, o qual é novamente emitido para a atmosfera quando o etanol, produzido a partir da cana-de-açúcar, for queimado, por exemplo, no motor de um automóvel.

Numa floresta tropical, em situações de equilíbrio, o ciclo de emissão - absorção de CO_2 , também é nulo: ao mesmo tempo que as plantas se reproduzem e a vegetação cresce, absorvendo CO_2 , há matéria orgânica que se transforma libertando CO_2 , sem que haja variações perceptíveis da massa global de vegetação. Contudo, uma floresta tropical é um enorme armazém de matéria orgânica e, portanto, de carbono. A desflorestação corresponde a enormes perdas de massa vegetal e à emissão de enormes quantidades de CO_2 para a atmosfera, o que tem efeitos ambientais graves!

Figura 4. Emissão de dióxido de carbono em alguns processos químicos com impacto ambiental (Simões, Ferreira e Pedrosa, 2013a, p. 23).

alunos utilizem conhecimento químico para explicar a diversidade de materiais, naturais e processados, bem como ponderar formas como a humanidade usa

os recursos disponíveis e suas implicações na sustentabilidade ambiental. Realça-se o papel da química em contextos como: produção agrícola, fertilizantes,

pesticidas, ambiente e dieta racional; água na agricultura e utilização racional da água; matérias-primas e produtos de consumo corrente; qualidade da água, do ar e do solo; poluição atmosférica.

Na UT «Matérias-primas, recursos energéticos e consumo», aprofunda-se conhecimento químico sobre aspetos quantitativos relacionados com transformações da matéria e discutem-se consumos mais racionais de alguns produtos (fertilizantes, fármacos, fitossanitários, plásticos, fibras e elastómeros), de matérias-primas e recursos energéticos (petróleo, gás natural e compostos orgânicos). Na fig. 4 apresentam-se dados quantitativos sobre a emissão de dióxido de carbono em alguns processos químicos com impacto ambiental.

Na UT «Qualidade da água, ar e solos», abordam-se aspetos relacionados com a sustentabilidade ambiental, no que respeita à qualidade de sistemas em questão, interpretando processos envolvidos na degradação e recuperação da água, do ar e dos solos, com vista à proteção da biodiversidade e preservação da saúde humana. Na fig. 5 mostram-se procedimentos que devem ser seguidos para evitar poluição no uso de fogões em habitações rústicas.

O tema do 12.º ano, «Controlo de qualidade, segurança e saúde», visa contribuir para a prossecução dos ODM 1, 4 e 6. Pretende-se que os alunos relacionem conhecimento químico com o de outras disciplinas para compreender situações mais complexas. Usando química analítica como fio condutor para rever assuntos relevantes em química (por exemplo, reações em sistemas aquosos, oxidação-redução e estrutura da matéria), abordam-se temas relevantes para EDS, como controlo de qualidade, segu-

Recursos materiais e sustentabilidade ambiental

Poluição interior causada por fogões

A utilização de fogo, dentro de habitações, para cozinhar e aquecer é uma das causas que mais contribui para poluir o ar interior. A boa construção de um fogão permite melhorar muito a qualidade do ar interior. Os esquemas seguintes ilustram alguns aspetos que permitem aumentar o rendimento energético de fogões e diminuir o fumo no interior das habitações.



As entradas devem ser próximas.



A câmara de combustão deve ter a altura adequada.



Deve existir uma chaminé adequada na cozinha ou no próprio fogão.



Os buracos para as panelas devem estar tapados, quando não estão a ser usados, para evitar fumo no interior da habitação

Figura 5. Procedimentos que devem ser seguidos para evitar poluição no uso de fogões em habitações rústicas (Simões, Ferreira e Pedrosa, 2013a, p. 169).

rança e, ainda, métodos auxiliares de diagnóstico.

Na UT «Segurança alimentar e qualidade ambiental», estudam-se técnicas analíticas básicas usadas em ensaios laboratoriais e em testes rápidos, com aplicações na despistagem de situações de poluição ambiental e de segurança e qualidade ambiental. Na fig. 6 apresentam-se alguns testes rápidos que são usados na deteção de adulterações em alimentos.

Na UT «Meios de diagnóstico e investigação forense», abordam-se interações matéria-radiação, química nuclear, que são utilizadas na obtenção de imagens do corpo humano e em diagnóstico clínico. Os alunos aprofundam ainda técnicas de separação analítica utilizadas em investigação forense. Na fig. 7 sistematizam-se fundamentos e aplicações de métodos fotométricos em análises clínicas.

Considerações finais

O programa de química para o ESG-TL foi concebido numa perspetiva de cultura científica dos alunos e representa uma abordagem externalista da ciência, partindo de problemas e situações reais de modo a dar significado aos conceitos a explorar. Permite ainda expressar princípios e valores sobre o próprio conhecimento científico, conferindo-lhe, portanto, um enquadramento social. Note-se, no entanto, que esta orientação não dispensa ou minimiza uma abordagem de conceitos centrais em química próprios do nível secundário, base para prosseguimento de estudos superiores também em Química. Numa listagem simplificada de tais conceitos podemos incluir: classificação de materiais segundo vários critérios; tabela periódica de elementos químicos; estrutura atómica e estrutura

eletrónica; técnicas de separação e purificação e suas aplicações; reações químicas; velocidade de reações químicas; composição e características de soluções; estrutura da matéria; ligações químicas intramoleculares e intermoleculares; quantidade de matéria e cálculos estequiométricos; estequiometria em reações químicas; famílias de compostos orgânicos; fármacos, fitossanitários e materiais poliméricos; reações de oxidação-redução; equilíbrio químico; energia de reação; equilíbrios de ácido-base; dissoluções e qualidade da água; efeito de estufa; camada de ozono; chuvas ácidas; poluentes primários e secundários; análise química qualitativa e quantitativa; qualidade das medições; testes de análise química; reações de ácido-base; reações de precipitação; reações de complexação; sondas e sensores; células eletroquímicas; interação maté-

Adulteração	Consequências	Teste rápido
Formalina (soluções de formaldeído) em leite e pescado	As soluções de formaldeído são usadas como conservante, mas são proibidas para uso alimentar, uma vez que o formaldeído é tóxico e cancerígeno.	<ul style="list-style-type: none"> • A 10 mL de leite ligeiramente aquecido juntar alguns cristais de vanilina (aroma de baunilha) e 10 mL de ácido clorídrico a 35% (m/m). O aparecimento de uma coloração amarela a violeta indica a presença de formaldeído. • Colocar 10 mL de leite num tubo de ensaio e adicionar cerca de 5 mL de ácido sulfúrico a 98% (m/m) contendo vestígios de cloreto de ferro(III). Fazer escorrer o ácido lentamente pela parede do tubo. O aparecimento de uma cor violeta ou azul na interface dos dois líquidos indica a presença de formaldeído. Em vez de leite, podem testar-se amostras de peixe. Para isso, ferver cada amostra em cerca de 30 mL de água, durante 5 minutos. Deixar arrefecer o extrato obtido e realizar os testes descritos anteriormente utilizando este extrato em vez de leite.
Peróxido de hidrogénio em leite	O peróxido de hidrogénio atua como conservante de leite, mas a sua adição deve ser proibida, uma vez que a sua conservação se deve fazer por pasteurização ou, em alternativa, por refrigeração.	<ul style="list-style-type: none"> • Misturar volumes iguais de leite e de uma solução a 1% em iodeto de potássio e a 2% em amido. Se existir peróxido de hidrogénio a mistura ficará azul. • A 10 mL de leite juntar 10 mL de ácido clorídrico a 35% (m/m) e uma gota de formalina. Agitar e aquecer a 60 °C. Se existir peróxido de hidrogénio a solução ficará violeta.
Óleos minerais em gorduras e óleos alimentares	As gorduras (manteiga, margarina, banha, etc.) e os óleos alimentares (óleo de milho, óleo de amendoim, azeite, etc.) são de origem animal ou vegetal. É proibida a adição de óleos minerais (derivados do petróleo) que são nocivos por ingestão.	<ul style="list-style-type: none"> • Adicionar 1 mL de solução aquosa de hidróxido de potássio 3 mol/L e 25 mL de álcool etílico a 1 mL de óleo ou gordura previamente fundida. Aquecer durante 5 a 10 minutos. Adicionar 25 mL de água destilada e misturar. A turvação da mistura indica que há óleo mineral na amostra de gordura ou de óleo alimentar.

Figura 6. Testes rápidos usados na deteção de adulterações em alimentos (Simões, Ferreira e Pedrosa, 2014a, p. 21).

	Fotometria colorimétrica	Fotometria turbidimétrica	Fotometria nefelométrica
Princípio	Baseia-se na medição da intensidade de radiação transmitida, ou refletida, por compostos corados. Envolve quase sempre uma reação química prévia entre a espécie em análise e um reagente adequado, para se obter um produto corado. A espécie corada absorve tanto mais radiação quanto maior for a sua concentração.	Baseia-se na medição da intensidade da radiação transmitida por misturas turvas, isto é, com partículas em suspensão.	Baseia-se na medição da intensidade da radiação dispersa por partículas em suspensão.
Aplicações	Usa-se, por exemplo no doseamento de glucose e de colesterol no sangue. Em sistemas portáteis pode envolver a medição da luz refletida por tiras teste, que contêm reagentes específicos, e que são impregnadas com sangue que se pretende analisar.	Usa-se em testes de agregação plaquetária do sangue que, quando excessiva, pode provocar doenças, incluindo AVC (acidente vascular cerebral).	Utiliza-se para determinar níveis da proteína C-reativa no organismo; esta proteína intervém na acumulação de gordura na parede das artérias e no desencadear de processos inflamatórios nos vasos sanguíneos.

Figura 7. Fundamentos e aplicações de métodos fotométricos em análises clínicas (Simões, Ferreira e Pedrosa, 2014a, p. 128).

ria- radiação; espectroscopia atómica; espectroscopia molecular; química nuclear; medicina nuclear; separação analítica como cromatografia e eletroforese.

Também a componente prático-laboratorial proposta no desenho curricular, discutida nos guias para professor, versa trabalhos de natureza muito diversa quanto aos problemas

colocados, técnicas a usar, limitações das soluções alcançadas e é, na nossa perspetiva, uma dimensão indispensável para a formação dos alunos, a qual deverá também ser avaliada.

A orientação dada ao programa preconizando estratégias de ensino coerentes com EDS é uma via para encorajar os alunos a desenvolver pensamento crítico, a clarificar

valores e a relacionar tradição e inovação. No entanto, importa perceber que «pensamento crítico reflexivo em EDS é um processo profundo de análise das causas de não sustentabilidade, o que envolve os sujeitos no reconhecimento de preconceitos e de pressupostos subjacentes aos seus saberes, perspetivas e opiniões» (Ferreira, Pedrosa e Simões, 2012b, p. 11).

A ciência e a tecnologia sofreram um desenvolvimento admirável no século xx, o que continua a acontecer no século xxi, e se isso pode ser fonte de mais bem-estar para a humanidade, precisamos de tomar consciência de que as desigualdades à escala planetária nunca foram tão acentuadas

A opção por esta orientação para o ensino e aprendizagem da química, consonante, aliás, com as outras disciplinas da área das C&T (Martins, 2013), justifica-se por se considerar ser uma via promissora para uma abordagem humanista da ciência, adotando como objeto de estudo para a ciência escolar temas e problemas relevantes do ponto de vista pessoal, social, cultural e científico-tecnológico. «Mais ainda, todas as disciplinas procuram aprofundar a ideia de que a ciência é uma atividade humana, uma forma de pensar e de compreender» (Martins, 2013). No caso da química disciplinar, pretende-se que o conhecimento químico proporcione aos alunos um enriquecimento cognitivo para a compreensão de tais problemas, a par da consciência humanitária que deverão ter sobre a premência da sua resolução, sejam eles locais, nacionais ou globais.

A ciência e a tecnologia sofreram um desenvolvimento admirável no século xx, o que continua a acontecer no século xxi, e se isso pode ser fonte de mais bem-estar para a humanidade, precisamos de tomar consciência de que as desigualdades à escala planetária nunca foram tão

acentuadas. Por isso a relação entre aprendizagens em ciência, ODM e DS deverão ser um objetivo transversal na organização dos sistemas educativos, em todos os países, qualquer que seja o índice de desenvolvimento humano que detêm na classificação internacional. Será sempre obrigação dos países mais desenvolvidos contribuir para o desenvolvimento dos mais desprotegidos. Conceber currículos que se pautem por padrões de rigor é uma obrigação da cooperação para o desenvolvimento, mas é necessário que as propostas sejam contextualizadas para o público destinatário. Daí a necessidade sentida e praticada de cooperação entre equipas de ambos os países, neste caso Portugal e Timor-Leste, para a construção do currículo do ESG-TL e respetivos recursos didáticos.

Referências

- CAPELO, A.; PEDROSA, M. A.; ALBERGARIA ALMEIDA, P. (2013). «What lessons to take from educational reforms in Asia-Pacific region? Factors that may influence the restructuring of secondary education in East Timor». Em: POPOV, N. [et al.] (ed.). *Education in one world: Perspectives from different nations*. Sófia: Bulgarian Comparative Education Society, p. 91-98.
- CAPELO, A.; SANTOS, C.; PEDROSA, M. A. (2012a). «Sustainable development and cultural heritage in the new East Timor curricula». Em: AMOËDA, R. [et al.] (ed.). *Heritage 2012: 3rd International Conference on Heritage and Sustainable Development*. Vol. 2. Barcelos: Green Lines Institute for Sustainable Development, p. 1591-1598.
- (2012b). «Educação para desenvolvimento sustentável, energia e recursos energéticos em currículos de Timor-Leste». Em: MARTÍN-DÍAZ, M. J. [et al.] (coord.). *VII Seminario Ibérico/ III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las ciencias «Ciencia, tecnología y sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias»*: Actas del seminario. Cádiz: Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia Eureka, p. 22-29.
- FERREIRA, A. J.; PEDROSA, M. A.; SIMÕES, M. O. (2012a). *Química: Manual do aluno 10.º ano de escolaridade*. Díli: República Democrática de Timor-Leste. Ministério da Educação.
- (2012b). *Química: Guia do professor 10.º ano de escolaridade*. Díli: República Democrática de Timor-Leste. Ministério da Educação.
- FERREIRA, A. J.; SIMÕES, M. O.; FONSECA, C.; PEDROSA, M. A. (2012). *Programa de química: 10.º, 11.º e 12.º anos de escolaridade*. Díli: República Democrática de Timor-Leste. Ministério da Educação.
- GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A.; ASTABURUAGA, R.; EDWARDS, M. (2000). «La atención a la situación del mundo en la educación de los futuros ciudadanos y ciudadanas». *Investigación en la Escuela*, n.º 40, p. 39-56.
- MARTINS, I. P. (2011). «Ciência e cidadania: perspectivas de educação em ciência». Em: LEITE, L. [et al.] (coord.). *Educação em ciências para o trabalho, o lazer e a cidadania: Actas XIV ENEC*. Braga: Universidade do Minho, p. 21-31.
- (2013). «Science education in general secondary school in East-Timor: from research to cooperation». *Journal of Science Education*, n.º 14, p. 20-23.
- MARTINS, I. P.; FERREIRA, A. (2013). «A reestruturação curricular do Ensino Secundário Geral em Timor-Leste. Um caso de cooperação da Universidade

de Aveiro no domínio da educação». Em: **MORAIS, C.; COIMBRA, R. L. (ed).** *Pelos mares da língua portuguesa 1*. Aveiro: Universidade de Aveiro, p. 97-110.

MARTINS, I. P.; SIMÕES, M. O.; SIMÕES, T. S.; LOPES, J. M.; COSTA, J. A.; RIBEIRO-CLARO, P. (2004). «Educação em química e ensino de química. Perspectivas curriculares, parte I». *Química: Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, n.º 95, p. 42-45.

PEDROSA, M. A.; FERREIRA, A. J.; SIMÕES, M. O. (2012). «Problemas locais, ensino de ciências e caminhos de sustentabilidade: enfoques de química». Em: **MARTÍN-DÍAZ, M. J. [et al.]** (coord.). *VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las ciencias «Ciencia, tecnología y sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias»*: Actas del seminario. Cádiz: Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia Eureka, p. 49-54.

Plano curricular do Ensino Secundário Geral (2011). Díli: República Democrática de Timor-Leste. Ministério da Educação.

ROCARD, M.; CSERMELY, P.; JORDE, D.; LENZEN, D.; WALBERG-HENRIKSSON, H.; HEMMO, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelas: Comissão Europeia.

SIMÕES, M. O.; FERREIRA, A. J.; PEDROSA, M. A. (2013a). *Química: Manual do aluno 11.º ano de escolaridade*. Díli: República Democrática de Timor-Leste. Ministério da Educação.

— (2013b). *Química: Guia do professor 11.º ano de escolaridade*. Díli: República Democrática de Timor-Leste. Ministério da Educação.

— (2014a). *Química: Manual do aluno 12.º ano de escolaridade*. Díli: República Democrática de Timor-Leste. Ministério da Educação.

— (2014b). *Química: Guia do professor 12.º ano de escolaridade*. Díli: República Democrática de Timor-Leste. Ministério da Educação.

UNESCO; ICSU (1999). *Ciência para o século XXI: Um novo compromisso*. Paris: UNESCO.



Isabel P. Martins

É professora catedrática aposentada da Universidade de Aveiro, membro do Centro de Investigação CIDTFF e presidente eleita da Associação Ibero-Americana CTS na Educação em Ciência. Licenciada em Química e doutorada em Didática das Ciências. Coordena o projeto de reestruturação curricular do ESG de Timor-Leste. E-mail: imartins@ua.pt.



M.ª Arminda Pedrosa

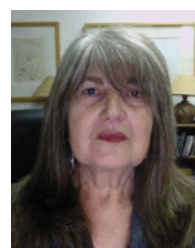
É investigadora da Unidade I&D 70/94/FCT, Química-Física Molecular/FCT, PESt-OE/QUI/UIOO/700/2014, Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, onde é professora auxiliar. Doutora em Química-Educação em Química e mestre em Química-Física. Coordenou a equipa de química do projeto de reestruturação curricular do ESG de Timor-Leste e é co-autora dos programas, manuais e guias respetivos. E-mail: apedrosa@ci.uc.pt.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; CALERO, M.; TOSCANO, J. C.; MACIAS, O. (2013). «Objetivos de desarrollo sostenible» [en línea]. Madrid: Organización dos Estados Ibero-americanos. <<http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=25>> [Consulta: 27 outubro 2013].



António José Ferreira

É professor de física e química do Ensino Secundário em Coimbra. Licenciado em Química e mestre em Ensino da Física e da Química. É co-autor dos programas, manuais e guias para a disciplina de química, do ESG de Timor-Leste, assim como de manuais de química para o Ensino Secundário em Portugal. E-mail: ajmaferreira@gmail.com.



M.ª Otilde Simões

É professora aposentada do Ensino Secundário público em Portugal. Licenciada em Química e mestre em Ensino da Física e da Química. É co-autora dos programas, manuais e guias para a disciplina de química, do ESG de Timor-Leste, assim como de programas de química e de manuais para o Ensino Secundário em Portugal. E-mail: otildesimoes@netcabo.pt.