

DESAFIANDO O PARADIGMA DO ENSINO DA QUÍMICA: O CONTRIBUTO DA UNIVERSIDADE ABERTA DE PORTUGAL

Carla Maria Bispo Padrel Oliveira¹

Departamento de Ciências e Tecnologia, Universidade
Aberta, Portugal
Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico,
Univ. de Lisboa, Portugal
carla.oliveira@uab.pt

Fernando José Pires Caetano²

Departamento de Ciências e Tecnologia, Universidade
Aberta, Portugal
Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico,
Univ. de Lisboa, Portugal
fernando.caetano@uab.pt

¹ Professora associada do Departamento de Ciências e Tecnologia da Universidade Aberta e Vice-Reitora da mesma universidade. Doutorada em Engenharia Química pelo Imperial College of Science Technology and Medicine da Universidade de Londres é membro do Centro de Química Estrutural do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa. Na Universidade Aberta é responsável por várias unidades curriculares na área da Química e coordena o doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento. No âmbito das atividades profissionais de gestão académica tem desenvolvido trabalho em domínios relacionados com políticas, metodologias e práticas de EaD, de Avaliação/Qualidade e Cooperação internacional.

² Professor auxiliar do Departamento de Ciências e Tecnologia (DCeT) da Universidade Aberta. É doutorado em Engenharia Química pelo Instituto Superior Técnico, U.T.L., mestre, também em Engenharia Química pela mesma instituição e licenciado em Química Tecnológica pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. É membro do Centro de Química Estrutural do Instituto Superior Técnico da Univ. de Lisboa, onde tem desenvolvido trabalhos de de medidas de propriedades termofísicas de fluidos. Foi Diretor do DCeT e atualmente é Vice-presidente do Conselho Científico da Universidade Aberta.

RESUMO: A Universidade tem, ao longo dos anos, mantido uma enorme capacidade para se transformar e adaptar à evolução do Mundo e esse sentido de mudança é também plasmado na constante procura de novos caminhos, novas ideias e novas soluções. Pretende-se com este artigo apresentar o modelo pedagógico da Universidade Aberta – universidade pública portuguesa de ensino a distância – e em particular a sua aplicação ao ensino da química em contexto de *e-learning* e no âmbito do curso de 1º ciclo em Ciências do Ambiente. São apresentadas as diferentes estratégias que têm vindo a ser desenvolvidas, nomeadamente o recurso a trabalho experimental, o acesso a laboratórios virtuais e a disponibilização de *feedback* para as atividades formativas e avaliativas.

Palavras-chave: educação a distância on-line. Universidade Aberta. Ensino on-line da química. Laboratórios virtuais. Cursos on-line. E-learning.

ABSTRACT: The University has over the years maintained an enormous capacity to transform and adapt to changes in the world and this sense of adjustment is also in the constant search for new paths, new ideas and new solutions. This article aims to present the pedagogical model of Universidade Aberta (Portugal), the public distance learning university and in particular its application to teaching of chemistry in the *e-learning* context and within the first cycle programme in Environmental Sciences. Different strategies have been applied and implemented, including the use of experimental work, access to virtual labs and the provision of feedback to the training and evaluation activities.

Keywords: Online distance education. Open University. Online chemistry teaching. Virtual labs. Online courses. E-learning.

1 ENQUADRAMENTO

O ensino a distância teve a sua origem no ensino por correspondência, ainda no século XIX, e tem na sua base a separação física entre estudantes e professores. Nos anos 70, do século XX, apareceram as primeiras “universidades abertas” - instituições de ensino superior que utilizavam os meios tecnológicos da época (sobretudo o rádio e a televisão) para a difusão dos seus conteúdos. Nos finais dos anos 90, os avanços tecnológicos e a integração dos computadores em rede, permitiram o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas, menos individualistas e mais colaborativas. Surgem novas terminologias e novos conceitos, nomeadamente os ambientes virtuais de aprendizagem, as comunidades virtuais de aprendizagem ou EaD *online*. O vocabulário e a pedagogia do mundo da Educação a Distância (EaD) ganham novas dimensões: deixa de ser uma educação distante, onde os estudantes estão isolados, e passa a ser uma modalidade de educação em que a cons-

trução do conhecimento acontece de forma crítica, criativa e contextualizada, utilizando os media e as redes digitais para anular as distâncias físicas e os fusos horários. A utilização sistemática das tecnologias de comunicação e a expansão das redes digitais possibilitam a formação de comunidades virtuais de aprendizagem colaborativa, que operam sem limites de tempo e/ou espaço. A Educação a Distância aproxima pessoas que ensinam e pessoas que aprendem, sem constrangimentos de espaço e tempo, começando a surgir como uma referência para a educação convencional e, também, como um fator de inovação e de mudança no seio de próprio sistema educativo.

Esta mudança de paradigma do ensino a distância universitário, conceptual e operacional, ocorreu numa altura em que, particularmente na Europa, as universidades tradicionais estavam em profunda mudança não sendo surpreendente que haja uma interação entre ambos os sistemas: presencial e a distância.

Desta forma, pode-se sistematizar dizendo que, no contexto da sociedade contemporânea, cada vez mais globalizada, o Ensino a Distância tem vindo a ganhar cada vez mais importância no seio do mundo académico formal e não formal sendo frequentemente designado como a alternativa mais adequada, sustentada e eficiente para promover a qualificação e capacitação de recursos humanos e responder de forma sustentada às crescentes necessidades educativas decorrentes das mudanças económicas e sociais.

2 O MODELO PEDAGÓGICO VIRTUAL

A Universidade Aberta (UAb), criada em 1988, é a universidade pública portuguesa de ensino a distância (EaD) e *e-learning*, que desenvolve e dinamiza atividades de ensino e investigação orientadas para a educação sem fronteiras geográficas nem barreiras físicas dando especial enfoque à expansão da língua e da cultura portuguesas no espaço lusófono (comunidades migrantes e países de língua oficial portuguesa). A generalização da internet e das redes de conhecimento vieram alterar, de forma radical, o ensino a distância. No espaço de duas décadas, os meios tecnológicos mudaram a forma de comunicar, de aprender e de estar. Para além de um espaço de formação, a Universidade é também um lugar “de” e “para” novas propostas educativas e uma plataforma para a disseminação de mudanças de perceções, atitudes e comportamentos.

Em 2007, no âmbito dos cursos formais e no contexto do quadro legislativo definido pela Declaração de Bolonha (1999) a UAb adota um novo modelo pedagógico suportado numa metodologia de ensino a distância através da modalidade on-line, que permite concretizar o ideário pedagógico constru-

tivista, através da criação de comunidades *virtuais* onde as aprendizagens ganham uma dimensão social importante (OLIVEIRA; CARMO; CAEIRO, 2016). Ainda em 2007 os cursos da UAb passaram a funcionar tendo por base este modelo pedagógico virtual desenvolvido na própria instituição e que estimula a comunicação por múltiplas vias e o estabelecimento de ambientes virtuais de aprendizagem, suportados por uma plataforma de ensino Learning Management System (LMS).

O Modelo Pedagógico Virtual (MPV)[®] da UAb - é fortemente centrado no estudante assumindo-se este como construtor do seu conhecimento e comprometido com o seu processo de aprendizagem; a este primado acresce (PEREIRA et al., 2007):

- Flexibilidade na aprendizagem - o modelo constitui-se como essencialmente assíncrono permitindo a não-coincidência de espaço e de tempo entre os intervenientes envolvidos; a comunicação e a interação processam-se de acordo com a disponibilidade do estudante, partilhando recursos, conhecimentos e atividades com os seus pares.
- Interação - variável frequentemente crítica nos processos de aprendizagem a distância; o modelo fomenta a interação com os conteúdos, mas também com os estudantes e entre pares.
- Modelo dinâmico e interativo, em permanente evolução, em particular pelas constantes inovações tecnológicas.

São estas as principais características que norteiam a organização do ensino, a planificação, a conceção e gestão das atividades de aprendizagem a propor aos estudantes, a tipologia de materiais a desenvolver e a natureza da avaliação das competências desenvolvidas.

Embora existam variantes na operacionalização para os cursos de 1º e 2º ciclo de estudo, as atividades de aprendizagem ocorrem no espaço virtual de cada unidade curricular, com recurso a diferentes dispositivos de comunicação que se encontram disponíveis num sistema de gestão de aprendizagem (LMS) sendo a interface com o estudante feita através da Plataforma Moodle (LMS) adaptada pela UAb de acordo com as características e elementos do seu modelo pedagógico.

Neste enquadramento a qualidade dos conteúdos disponibilizados e o modelo pedagógico adotado são elementos fundamentais para um ensino de qualidade e adequado, em particular no *e-learning*, onde a gestão e organização do tempo, a motivação e empenho (individual e coletivo), o desenvolvimento e aquisição de estratégias criativas e diversificadas de aprendizagem assumem particular importância.

As comunidades de aprendizagem on-line que se constituem no âmbito dos cursos formais e não formais são muito mais do que interações entre docentes e discentes e entre os discentes entre si; são espaços nos quais estudantes e professores interagem entre si na busca e na partilha de conhecimento, na realização de tarefas e na discussão de temas, mas também na partilha e troca de dúvidas, de resultados, de descobertas e de sentimentos.

As verdadeiras comunidades de aprendizagem, criadas no âmbito do MPV da UAb, trabalham de forma colaborativa, independentemente do espaço e do tempo e para um fim comum; constituem, assim, a grande mais-valia do Modelo Pedagógico da UAb.

3 AS CIÊNCIAS NA UAB

Science is an important component of our European cultural heritage. It provides the most important explanations we have of the material world. In addition, some understanding of the practices and processes of science is essential to engage with many of the issues confronting contemporary society (OSBORNE; DILLON, 2008, p. 5).

A Educação, inscrita no Princípio nº 7 da Declaração Universal dos Direitos da Criança (UNICEF; ONU; UNESCO, 1959) é um direito fundamental de qualquer pessoa e uma ferramenta imprescindível para o exercício de uma cidadania ativa. Assegurar que todas as pessoas possam aceder e ter uma educação de qualidade e que as suas aprendizagens se prolonguem ao longo da vida, é a forma mais consistente para dignificar a Humanidade e criar sociedades mais justas e resilientes.

Nos finais do século XX, no âmbito da Conferência Mundial sobre Educação Superior, a Declaração Mundial sobre Educação Superior no Século XXI (DE-LORS et al., 2003; UNESCO, 1998), no seu preâmbulo, desafia as Instituições de Ensino Superior a preparem-se para inovar os seus currícula, tornando-os mais direcionados para uma visão holística do mundo, de forma a proporcionarem uma melhor compreensão, interpretação e práticas orientadas para a consolidação dos direitos fundamentais, do desenvolvimento sustentável, da democracia e da paz.

No início do século XXI, durante o Fórum Mundial sobre Educação (UNESCO, 2001), cerca de 180 países acordaram em desenvolver todos os esforços para levar o ensino a todos os cantos do mundo. Existem muitas iniciativas, projetos e teorias sobre a Educação do futuro mas, o mais difícil é como fazer.

Enquanto educadores procuramos desenvolver nos estudantes o espírito crítico, a capacidade de refletir e de comentar, com propriedade, os caminhos trilhados pelo Homem, olhando para os progressos e para os retrocessos como exemplos do que a Humanidade pode e não pode fazer aos seus semelhantes e à Terra que nos acolhe e sustenta:

- Importa aprender e ensinar a olhar para as diferentes áreas científicas como áreas do conhecimento com um papel importante na história da humanidade.
- Importa ensinar e aprender a fazer as perguntas certas, a explorar os conhecimentos de forma criativa, a construir modelos mentais próprios.
- Importa aprender e ensinar partindo de níveis macroscópicos do conhecimento e estabelecer ligações com níveis microscópicos relevantes e em contexto.
- Importa aprender e ensinar em contexto, de forma significativa e com exemplos reais de forma a facilitar a colaboração com o objetivo de se encontrarem soluções inovadoras e com impacto no desenvolvimento de saberes e de práticas da vida quotidiana orientadas para exercício da cidadania ambiental sustentável.

Na UAb tentamos promover formas criativas de ensinar e aprender, não só pelas metodologias de ensino como acima de tudo pelas abordagens que privilegiamos. Veja-se o exemplo da Licenciatura em Ciências do Ambiente onde, através do cruzamento das Ciências Biológicas e da Terra, da Matemática, da Física e da Química, procuramos construir as necessárias bases científicas. Esta interdisciplinaridade é fundamental para permitir uma visão holística de fenómenos e de situações ambientais complexas que decorrem da ação do Homem.

Na mesma linha, o Mestrado em Cidadania Ambiental e Participação é um curso único em Portugal em termos de conteúdos científicos, e as matérias abordadas são atuais e transversais, nomeadamente as Alterações Climáticas, o Metabolismo Urbano, a Avaliação de Ciclo de Vida, Economia Verde e Ecologia Industrial, permitindo dar um contributo determinante na aplicação do Desenvolvimento Sustentável. O doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento é um programa inter e multidisciplinar integrando ciências sociais, ambientais e económicas; é o único nesta área lecionado em *e-learning* em Portugal e possui um processo de aprendizagem especializada e um percurso de investigação ancorado em centros de investigação de excelência.

Num contexto de aprendizagem ao longo da vida e no âmbito do ensino não-formal, e na área da divulgação científica, também a UAb apresenta proposta inovadoras. É exemplo disto o curso de curta duração (6 semanas), organizado conjuntamente com docentes do ensino superior brasileiro¹ e que tem como

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil.

público-alvo fundamentalmente estudantes de Portugal e do Brasil (CAETANO et al., 2018). Este tipo de curso, por ser de duração breve, tem uma estrutura necessariamente mais leve e do ponto de vista científico são apresentados alguns conceitos básicos com o propósito de promover a curiosidade e incentivar a vontade de aprender mais. Do ponto de vista dos conteúdos são destacados alguns fenômenos naturais procurando-se relacionar as suas causas e consequências com as explicações científicas (simples e de fácil percepção). A adoção desta estratégia resulta do facto de considerarmos os diferentes tipos de público-alvo que: i) sendo estudantes universitários, podem ser provenientes de diferentes áreas científicas e ter níveis de conhecimento científico, particularmente em química, muito diferentes; ii) não sendo estudantes do ensino superior terão um conjunto de conhecimentos científicos em química ainda relativamente reduzido ou nulo; iii) sendo qualquer pessoa, de qualquer faixa etária, tem como objetivo pessoal aumentar o seu conhecimento geral ou procurar algumas respostas cientificamente suportadas.

A aprendizagem ao longo da vida no ensino superior com recurso a educação a distância e *e-learning* constitui um marco importante para aqueles que não podem deslocar-se diariamente a uma universidade seja por limitações de disponibilidade de horário seja por limitações geográficas. É, contudo, uma oportunidade para aumentar as suas competências. (AZEITEIRO et al., 2015)

3.1 O ENSINO DA QUÍMICA

A importância da Química na evolução da Humanidade e as suas relações e interações com o Ambiente, a Tecnologia, a Sociedade e o Desenvolvimento (Sustentável), numa ótica de responsabilidade socioeducativa / formativa individual e coletiva, não pode ser ignorada se considerarmos que “a degradação da natureza está estreitamente ligada à cultura que molda a convivência humana” (BENTOXVI, 2009, s/p).

Os fenómenos resultantes de processos químicos estão presentes em tudo o que nos rodeia e ao longo de muitas décadas fomos tirando partido de muitos deles, contribuindo para aquilo que habitualmente referimos como melhoria da qualidade de vida. Desde o uso da borracha e a produção dos mais diversos tipos de polímeros, até à produção de adubos ou o uso de inseticidas que permitiram o aumento das colheitas agrícolas, são inúmeros os processos desenvolvidos. No entanto e na sequência dos múltiplos problemas ambientais que foram surgindo, também fruto de um aumento populacional e de consumo, a química começou a ser encarada como a grande causadora destes problemas e passou a ser considerada “ciência maldita”. Atualmente e numa procura de soluções para travar, e reverter, os problemas ambientais, a quími-

ca, enquanto ciência, voltou a ganhar relevo no seu potencial para a resolução de muitos dos problemas ambientais (que criou).

Facilmente se compreende que o ensino da química foi, e continuará a ser, crucial para o desenvolvimento sendo que atualmente a química está colocada mais alta pois esta ciência deixa de ser vista como algo “sujo” para passar a ser vista como “verde”, amiga do ambiente.

Num sistema de aprendizagem a distância e em ambiente virtual, como é o da UAb, o ensino e aprendizagem de Ciências, e por maioria de razão da Química, representa um grande desafio para os professores e para os alunos. A adoção do MPV permitiu a introdução de novos métodos de ensino/aprendizagem e como refere Hodson (HODSON, 2000) há uma grande diferença entre “aprender ciência”, “aprender sobre ciência” e “fazer ciência”.

É também importante definir/estabelecer que tipo de literacia química se pretende que os estudantes adquiram: será que uma abordagem mais tradicional e puramente académica é adequada para a formação de cidadãos competentes e motivados para uma cidadania ativa? De acordo com Sjöström, Eilks e Zuin (EILKS; SJÖSTRÖM; ZUIN, 2017) são vários os autores que reforçam a necessidade de uma maior literacia científica e de conhecimentos de química em particular, não só para uma participação ativa e informada mas principalmente para o desenvolvimento de uma postura crítica que promove a compreensão da responsabilidade de cada um de nós e que nos direciona para um comportamento ambiental e social mais responsável.

Na Figura 1 apresentam-se três conceções distintas da literacia científica sendo que a abordagem atualmente adotada na UAb para o ensino da química se situa entre uma visão Contextual e uma visão Crítica.

No caso da UAb as Unidades curriculares foram desenvolvidas com o objetivo de promover competências e aptidões em matérias científicas relacionadas com o exercício de atividades profissionais mais do que as estritamente relacionadas com investigação científica.

Figura 1 – Diferentes visões de literacia científica

literacia científica: diferentes visões	objetivos	tipos de curricula
CONCEPTUAL	Aprendizagem para um desenvolvimento individual de competências, crescimento pessoal e formação académica avançada	Estrutura tradicional da disciplina e curricula orientado para a História da ciência
Contextual	Aprendizagem para uma participação individual e coletiva através da compreensão da ciência e suas aplicações	Ensino de Ciências baseado em contexto e nos currículos clássicos de ciência-tecnologia-sociedade (CTS)
Crítica	Aprendizagem orientada para a mudança de valores individuais e da sociedade	Ensino da ciência baseado em questões socio-científicas atuais e curricula orientado para a sustentabilidade crítica

Fonte: Eilks; Sjöström; Zuin, 2017. Figura elaborada pelos autores.

O presente trabalho incide no ensino formal² ao nível da licenciatura (em Ciências do Ambiente), sendo duas as unidades curriculares da componente de química: Conceitos Fundamentais de Química, onde se pretende fornecer aos estudantes um conjunto de noções basilares da química, essenciais para poderem vir a dominar a linguagem desta ciência; e Química e Ambiente onde, tendo por base alguns dos conhecimentos já adquiridos, se pretende fornecer ao estudante o conhecimento necessário para compreender alguns dos principais fenómenos ambientais que estão relacionados com as ciências da química.

4 OS DIFERENTES CENÁRIOS

A Química é provavelmente, das disciplinas científicas, a que mais tem beneficiado com a introdução de novos métodos de ensino-aprendizagem. Não é preciso recuarmos muito no tempo para encontrarmos as aulas magistrais onde o principal objetivo era apenas a disseminação da informação. Durante boa parte do século XX o ensino, também da Química, foi essencialmente centrado no professor e apesar da introdução de novos métodos e tecnologias continuou a ser um ensino de transmissão de informação. Sabemos que o conhecimento, ao invés da informação, não é transferível de pessoa para pessoa e muito menos de forma inalterada (BODNER, 1986) e de acordo com a teoria do construtivismo a compreensão e a assimilação resultam de uma construção individual: a aprendizagem significativa requer a integração

² No ensino formal existem currículos e regras de certificação bem definidas, enquanto o ensino não formal é um processo voluntário, não hierárquico e onde, geralmente, os resultados da aprendizagem não são formalmente avaliados.

do novo conhecimento com o conhecimento pré-existente, que por sua vez também condiciona a subsequente interpretação da informação (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978).

A aprendizagem da química baseada em contexto, como forma de procurar apoiar o estudante, tem sido bastante divulgada e aplicada nas aulas de química em geral (AYYILDIZ; TARHAN, 2018). Naturalmente, faz também parte do processo de transmissão dos conceitos no âmbito destas unidades curriculares de química e tem sido uma preocupação para que os estudantes possam, não só, aprender os conteúdos como também saibam relacioná-los com fenómenos comuns, ainda que seja necessário algum trabalho da sua parte pois envolvem processos de reflexão e raciocínio (ALBANESE; MITCHELL, 1993; BROMAN; BERNHOLT; PARCHMANN, 2018; SEVIAN et al., 2018). É ainda fundamental que os estudantes aprendam a argumentar, a usar evidências científicas e em particular em aferir da veracidade das fontes e da necessidade de uma análise criteriosa da informação que é disponibilizada (EILKS; SJÖSTRÖM; ZUIN, 2017; SJÖSTRÖM; RAUCH; EILKS, 2015).

A inclusão de atividades experimentais em cursos online apresenta, para além de questões de segurança, dois desafios essenciais: selecionar atividades/experiências significativas (para os objetivos educacionais definidos) e geri-las de forma eficaz. De uma forma geral a opção é entre:

- i. os estudantes são obrigados a deslocarem-se ao *campus* (uma vez por semana ou uma semana por termo) para realizar as atividades de laboratórios, o que constitui uma limitação à flexibilidade do ensino online;
- ii. as atividades experimentais são realizadas por acesso a laboratórios virtuais, o que requer condições tecnológicas adequadas e retira a exposição aos sons e condições que fazem da química uma ciência experimental.

Em alternativa e recorrendo a materiais facilmente disponíveis e acessíveis e “técnicas” simples e limitadas, podemos usar a cozinha como laboratório! No entanto, uma preocupação existente sobre este tipo de experiências é que carecem de precisão e rigor e os estudantes não são expostos a alguns equipamentos utilizados em laboratórios modernos (REEVES; KIMBROUGH, 2004). No entanto, para os objetivos definidos (e anteriormente identificados) considerou-se adequado o uso de diferentes atividades com recurso também a diferentes meios e tecnologias.

4.1. ATIVIDADES

Com o objetivo de destacar a importância das Ciências do Ambiente e em particular da sua interdisciplinaridade, os estudantes são, no 1º ano e no âmbito de uma unidade curricular de Trabalhos de Campo³, confrontados com a visualização de algumas partes de um vídeo produzido pela National Geographic. Este vídeo apresenta diversos fenómenos que ocorrem no mundo que nos rodeia, e cruciais para a vida na Terra, e relacionados com reatividade química e física de alguns componentes existentes como a água e sais dissolvidos nos oceanos ou gases presentes na atmosfera. A participação ativa que ocorre neste bloco evidenciando diversos conceitos científicos da química com a física e biologia permite, através da interação que se estabelece entre o grupo de estudantes e o professor, a identificação de pré-conceitos, muitas vezes cientificamente errados, e trabalhar na sua correta construção científica e organização cognitiva e mental. Os fenómenos são identificados para que seja possível a exploração de vários conceitos e explicações à luz da reatividade química e das propriedades físicas de muitos compostos, permitindo que o estudante fique com uma perspetiva diferente e mais completa. Alguns exemplos dos conceitos e fenómenos que são abordados são:

- A relação da evaporação da água em certas regiões do globo e a formação de furacões para destacar a capacidade calorífica da água, propriedade tão importante em fenómenos meteorológicos ou em algo tão banal como no arrefecimento de motores;
- A importância dos rigorosos invernos na Antártida, em fenómenos tão desconhecidos quanto improváveis para a maioria de nós, mas responsáveis por arrastar grandes quantidades de oxigénio molecular para o fundo do oceano e a sua posterior reatividade com os sais emergentes na dorsal atlântica, que estão em contínua erupção de lava no fundo do oceano, e conseqüente importância para a vida já que os nutrientes assim formados são cruciais para a vida;
- A importância do transporte de matéria orgânica e inorgânica dos rios para os oceanos e, novamente, a conseqüente explosão de vida, plâncton, e produção de enormes quantidades de oxigénio para o planeta, vital para a vida;
- A importância dos fenómenos das auroras, boreais e austrais, por interação do oxigénio e do azoto molecular, com radiação solar de elevada intensidade, como forma de impedir que cheguem à superfície do planeta podendo destruir a vida;

Um outro tipo de atividades são as experiências programadas, pensadas para proporcionar demonstrações práticas dos princípios químicos, e complementadas com questões que conduzem à relação entre conceitos, observações experimentais e resultados. Todos os materiais e equipamentos usados são não-tóxicos e de fácil acesso a qualquer pessoa; os estudantes devem do-

³Trabalhos de Campo I, unidade que integra uma semana presencial com diversas componentes científicas como geologia, biologia e química em que os alunos têm um contacto direto com diversos trabalhos de campo e de participação e observação laboratorial

cumentar (através de fotografias ou vídeos) a realização das experiências. As atividades experimentais propostas pretendem explorar conceitos relacionados com a pressão, reações químicas, equilíbrio ácido-base, solubilidade e conceitos de termodinâmica. Alguns exemplos destes trabalhos são:

Para diferentes marcas de água engarrafada (com e sem gás) deve o estudante registar os valores de pH e a composição de sais dissolvidos que integram o rótulo.

Deve também procurar interpretar a libertação gasosa quando, por exemplo, se coloca água a aquecer até à ebulição, algo que todos os dias fazemos sem pensar nas suas razões.

Todas estas diversas observações permitem relacionar conceitos como o da solubilidade de gases, dissolução de sais e acidificação da água devido à presença do dióxido de carbono. Estes trabalhos permitem ainda que, através de pesquisa de informação, sejam encontrados argumentos de base científica que expliquem fenómenos como o que leva à morte da vida subaquática junto a locais de escoamento de águas quentes, em mares, rios ou lagos, de centrais de produção de energia, contribuindo para o incremento do potencial participativo em sociedade destes estudantes.

Aliando a perspectiva qualitativa à quantitativa é possível obter dados relativos à composição da água da sua região e realizar cálculos da dureza de água e encontrar as melhores estratégias para garantir o bom funcionamento, por exemplo, das máquinas de lavar loiça e/ou roupa.

Na sua maioria, estas atividades permitem que se relacionem estes “novos” conhecimentos científicos, adquiridos pelos estudantes, com diversos fenómenos relacionados com algumas das grandes preocupações ambientais.

4.2 LABORATÓRIOS VIRTUAIS

A partilha e a colaboração entre pessoas em diversas zonas do globo são agora uma realidade e através da rede global os trabalhos de uns podem ser potenciados e aproveitados por outros. É o que acontece, por exemplo, com alguns laboratórios virtuais disponibilizados online que permitem ao estudante ter acesso a determinados conceitos fundamentais, de uma forma mais visual. É possível, por exemplo, fazer diversos estudos de gases fazendo variar a pressão ou a temperatura de um contentor fechado contendo um gás, através de uma animação gráfica que apresenta os efeitos de forma visual e ainda permite realizar cálculos possibilitando ao estudante compreender melhor os conceitos teóricos. Desta forma há uma aprendizagem sustentada de conceitos químicos que envolve os estudantes desde o planeamento até

à condução da experiência, passando também por uma análise crítica dos resultados. No âmbito de uma das unidades curriculares foi disponibilizado o acesso, controlado, a laboratórios virtuais e a laboratórios remotos. Esta foi uma ação que não resultou para os estudantes como desejado – diferenças entre as matérias em estudo e as que existiam naqueles laboratórios virtuais, dificuldade na compreensão de termos em inglês, dificuldades no próprio acesso ao espaço virtual, foram algumas das justificações apresentadas por estudantes. Esta é no entanto uma área de trabalho que vamos tentar aprofundar e melhorar.

4.3 AVALIAÇÃO, APOIO E INTERAÇÃO ONLINE

No cumprimento do MPV a comunicação é essencialmente assíncrona e, nos cursos de 1º ciclo, a avaliação pode ser contínua (contempla a realização de dois a três e-fólios e de uma prova presencial, denominado p-fólio) ou final (apenas com uma prova escrita de avaliação final). Verifica-se que cerca de 85% dos estudantes optam pela avaliação contínua, que permite uma melhor distribuição temporal das diferentes matérias e acima de tudo promove uma maior interação com os conteúdos, entre os estudantes e com o professor. As atividades avaliativas, designadas por e-fólios, não obrigam o estudante a deslocar-se às instalações da UAb sendo submetidos online para posterior avaliação do docente. Nestas unidades curriculares têm-se implementado algumas estratégias que procuram dar oportunidade aos estudantes de mostrar os conhecimentos alcançados e, simultaneamente, minimizar possíveis riscos de fraude. Assim, os e-fólios colocam alguns desafios aos estudantes e envolvem pelo menos dois dos pontos que se listam a seguir:

- a) questões de resposta aberta, envolvendo cálculos e interpretação;
- b) realização de experiências simples e passíveis de realizar em casa⁴ com correspondente interpretação de observações/resultados e acompanhados por uma curta reportagem fotográfica ou em vídeo;
- c) pesquisa acerca de um tópico e preparação de um conjunto de slides, limitados em número;
- d) apresentação de um texto escrito, limitado em número de caracteres, relacionado com um tema em estudo.

Ao longo dos primeiros anos verificámos que alguns dos conceitos que se pretendia trabalhar através das experiências requeriam explicações mais de-

⁴A realização de uma atividade química/física experimental, mesmo que simples, pode implicar riscos. São sempre feitas recomendações de segurança como uso de óculos e luvas e em situações que envolvam libertação de gases (a partir de bebidas gasosas), o uso de uma fonte de calor (num fogão elétrico ou a gás, por exemplo), ou outras, são acompanhadas de um protocolo com instruções que devem ser seguidas para garantir a segurança. Ainda que correspondam a situações do dia-a-dia, é importante que cada estudante tome consciência dos riscos.

talhadas da parte do professor, e algumas das observações, embora corretas, não eram devidamente interpretadas, indicando a necessidade de algum trabalho adicional. Note-se que as avaliações são individuais e cada estudante recebe, para além da sua classificação, a apreciação detalhada dos seus trabalhos realçando os aspetos positivos e identificando os negativos.

No caso dos trabalhos experimentais considerou-se que a forma mais adequada e eficaz de superar as dificuldades encontradas pelos alunos era através de pequenos apontamentos (com duração máxima de 3 min) onde, em simultâneo com a realização das experiências, era possível facultar a correta interpretação das observações.

Ao serem questionados sobre a importância do material mediatizado na compreensão e conceptualização de conceitos fundamentais, surgiram 4 pontos essenciais:

- i. Proximidade – genericamente os estudantes consideraram que esta é uma forma de quebrar o gelo e promover a proximidade com os estudantes – “alguém” está atento às necessidades e dificuldades de cada estudante.
- ii. Conteúdos – os materiais produzidos foram encarados como recursos adicionais que permitiram não só a melhor compreensão dos conteúdos, mas acima de tudo identificar e corrigir os erros cometidos;
- iii. Como fazer - os vídeos constituíram também uma boa ajuda na superação de dificuldades em lidar com problemas envolvendo, por exemplo, representações gráficas ou cálculos numéricos;
- iv. Oportunidade - alguns estudantes questionaram o momento apropriado para introduzir este tipo de ferramentas pedagógicas, nomeadamente foi levantada a possibilidade de introduzir materiais videográficos antes das e-atividades.

De uma forma geral, os estudantes consideraram que a acessibilidade e compromisso do professor foi um fator-chave para serem bem-sucedidos e referiram até, como fator muito positivo, a possibilidade de, através das atividades experimentais, poderem também envolver a família e desta forma contribuir também para uma maior literacia científica do agregado familiar.

5 CONCLUSÃO

A conceção de uma disciplina, em particular as de cariz mais prático, deve sempre considerar as tecnologias e técnicas educacionais mais benéficas para os estudantes e que permitem o cumprimento dos objetivos definidos. O uso de várias tecnologias e métodos dentro de um único curso, é a melhor forma de corresponder às necessidades dos estudantes, às exigências do professor e aos diferentes conteúdos.

Nos espaços das unidades curriculares de química, de entre os vários recursos utilizados os estudantes referem, quase unanimemente, as atividades experimentais/hands-on como as que mais contribuem para melhorar a aprendizagem e consolidar conceitos.

Isto é também confirmado pelos resultados dos inquéritos de satisfação aos estudantes, realizados pela universidade, onde é reconhecido o trabalho dos docentes ao disponibilizar os mais diversos materiais de aprendizagem, materiais mediatizados e, em particular, os pequenos apontamentos explicativos, experimentais e de feedback. Este último tem sido reconhecido pelos estudantes como uma componente importante ao longo do seu estudo uma vez que lhes permite perceber se o seu caminho está a ser bem trilhado.

Mas os objetivos alcançados, do nosso ponto de vista, vão ainda mais além, ajudando a construir e estruturar pensamentos que potenciem a capacidade participativa em sociedade, cientificamente fundamentados.

Ainda que as respostas aos inquéritos de satisfação não sejam em número que permita fazer generalizações podemos inferir que, em termos de aprendizagem, há uma progressiva consciencialização dos estudantes para a necessidade de uma abordagem integradora dos conceitos, claramente observável ao longo do semestre e particularmente evidente nas questões que os estudantes vão colocando ao longo do curso.

E porque aprender a ensinar é um processo sem fim e, citando Ramsden “Good teaching involves striving continually to learn about students’ understanding and the effects of teaching on it” (RAMSDEN, 2003), pretendemos continuar a promover abordagens integradoras e multidisciplinares que contribuam para a promoção da literacia científica e em particular para o gosto pela química.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBANESE, M. A.; MITCHELL, S. Problem-based learning. **Academic Medicine**, v. 68, n. 1, p. 52–81, jan. 1993.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- AYYILDIZ, Y.; TARHAN, L. Problem-based learning in teaching chemistry: enthalpy changes in systems. **Research in Science & Technological Education**, v. 36, n. 1, p. 35–54, 2 jan. 2018.
- AZEITEIRO, U. M. et al. Education for sustainable development through e-learning in higher education: Experiences from Portugal. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, p. 308-319, 2015.
- BENTO XVI. **Caritas in veritate: a caridade na verdade; [terceira] carta encíclica de S. S. Bento XVI**. São Paulo: Paulus, 2009.
- BODNER, G. M. Constructivism: A theory of knowledge. **Journal of Chemical Education**, v. 63, n. 10, p. 873, out. 1986.
- BROMAN, K.; BERNHOLT, S.; PARCHMANN, I. Using model-based scaffolds to support students solving context-based chemistry problems. **International Journal of Science Education**, v. 40, n. 10, p. 1176–1197, jul. 2018.
- CAETANO, F. J. P. et al. Towards Climate Change Awareness Through Distance Learning—Are Young Portuguese and Brazilian University Students Vigilant? In: AZEITEIRO, U.; LEAL FILHO, W.; AIRES, L. (Ed.) **Climate Literacy and Innovations in Climate Change Education**., Champ: Climate Change Management, 2018. p. 261–273.
- EILKS, I.; SJÖSTRÖM, J.; ZUIN, V. The responsibility of Chemists for a better world: challenges and potentialities beyond the lab. In: **Revista Brasileira de Ensino de Química**. Campinas, v. 12, n. 1, p. 97-106, 2017.
- HODSON, D. The Place of Practical Work in Science Education. In: SEQUEIRA, M. et al. **Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências**. Braga: Universidade do Minho, 2000. p. 29–42.
- OLIVEIRA, C.; CARMO, H.; CAEIRO, S. Avaliação de uma unidade curricular do programa de doutoramento em Sustentabilidade Social e Desenvolvimento da Universidade Aberta de Portugal. In: CRISTIANO MACIEL; ALONSO, K. M.; PEIXOTO, J. (Ed.). **Coleção Educação a distância (12) Experiências, vivências e realidades**. Cuiabá: EdUFMT, 2016. p. 297-320.
- OSBORNE, J.; DILLON, J. (Ed.). **Science Education in Europe: Critical Reflections**. London: King's College, 2008.

- PEREIRA, A. et al. **Modelo Pedagógico Virtual da Universidade Aberta**: Para uma Universidade do Futuro. Lisboa: Universidade Aberta, 2007.
- RAMSDEN, P. **Learning to Teach in Higher Education**. London & New York: RoutledgeFalmer, 2003.
- REEVES, J.; KIMBROUGH, D. Solving the Laboratory Dilemma in Distance Learning General Chemistry. **JALN**, v. 8, n. 3, p. 47-51, 2004.
- SEVIAN, H. et al. Comparison of learning in two context-based university chemistry classes. **International Journal of Science Education**, v. 40, n. 10, p. 1239–1262, jul. 2018.
- SJÖSTRÖM, J.; RAUCH, F.; EILKS, I. Chemistry Education For Sustainability. In: EILKS I.; HOFSTEIN A. (Ed.) **Relevant Chemistry Education**. Rotterdam: Sense-Publishers, 2015. p. 163–184.
- UNESCO. **Declaração Mundial sobre Educação Superior no Século XXI**. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Direito-a-Educacao/declaracao-mundial-sobre-educacao-superior-no-seculo-xxi-visao-e-acao.html>>. Acesso em: 01 nov. 2018.
- UNESCO. **Educação para Todos - O Compromisso de Dakar** **Forum Mundial de Educação**, 2001. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001275/127509porb.pdf>>
- UNICEF; ONU; UNESCO. **Declaração Universal dos Direitos da Criança**.1959. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/declaracao_universal_direitos_crianca.pdf> Acesso em: 01 nov. 2018.