

Simulação digital e actividades experimentais em Físico-Químicas. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de fusão e ponto de ebulição” no 7.º ano de escolaridade

CARLA MORAIS

carlamorais@imediato.pt

JOÃO PAIVA

jcpaiva@fc.up.pt

Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Lisboa

RESUMO:

As tecnologias devidamente integradas e em sintonia com o currículo constituem um meio de renovação do ensino e das práticas pedagógicas. Em particular, a aplicação de simulações é vantajosa para o processo de ensino-aprendizagem das Ciências. Neste artigo apresenta-se o desenvolvimento de uma simulação, designada por “Ponto de fusão e ponto de ebulição”, que tem como objectivo proporcionar aos alunos situações de aprendizagem que lhes permitam aprender de forma mais significativa os conceitos inerentes às Ciências Físico-Químicas no 7.º ano de escolaridade. Levou-se a cabo um estudo, de cariz qualitativo, baseado na observação dos alunos e na realização de entrevistas. Defende-se que a utilização didáctica desta simulação sirva como complemento da componente prático-experimental e nunca para a substituir.

PALAVRAS-CHAVE:

Educação, Tecnologias da Informação e da Comunicação, Ciências Físico-Químicas, Simulação computacional.

INTRODUÇÃO

Actualmente o mundo depara-se com uma imensidão de linguagens e códigos semióticos em que o paradigma analógico perdeu face ao digital. Devido à conjugação de apenas dois algarismos, o 0 (zero) e o 1 (um), é possível colocar a circular na Internet um número infinito de informações. O mundo digital transformou a humanidade e constituiu a sociedade da informação. Esta mudança despertou a necessidade de provocar alterações no conhecimento do Homem. O Livro Verde para a sociedade da informação em Portugal (Livro Verde, 1997, p. 75) refere a dada altura: “A vida nas sociedades de hoje exige, de todos e de cada um, uma capacidade de captar, transmitir e processar dados, disseminados num espaço cada vez mais global e mais facilmente acessível, transformando-os em informação e em saberes pertinentes, capazes de tornar inteligíveis os diversos cenários e trajetórias de evolução possível nos percursos pessoais e colectivos. A sociedade da informação exige novos conhecimentos e novas práticas, obriga a um esforço de aprendizagem permanente.”

O poder deixa então de estar ligado à força muscular, a recursos energéticos ou a quaisquer bens materiais, como aconteceu na sociedade industrial, e passa a pertencer a quem detiver mais informação, de melhor qualidade e de forma mais organizada.

Com o advento da sociedade da informação é preciso fazer uma reflexão sobre o acto educativo, e sobre o papel dos seus intervenientes mais directos.

Se uma sociedade é influenciada de forma decisiva pelas questões comunicacionais, como é aquela em que vivemos actualmente, todos os comportamentos e, sobretudo, os que se encontram mais directamente ligados às questões da aprendizagem sofrem grandes alterações.

A garantia de uma educação relevante e com qualidade para todos os estudantes é sem dúvida a melhor resposta que os sistemas educativos podem dar à sociedade da informação.

A aprendizagem será a actividade principal dos indivíduos e das organizações numa sociedade em plena mudança. Aprender outras formas de desenvolver novas competências, novos processos para criar novos produtos, aprender a descobrir novas necessidades, aprender a equacionar novos problemas e a procurar novas respostas, investindo continuamente na formação (Adell, 1997; Salomon, 2002).

As escolas não ficaram indiferentes a todas as mudanças que ocorreram na sociedade, tendo sido “invadidas” pelas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC). Mas, apesar de todos os avanços tecnológicos a que temos assistido, é na dinâmica pedagógica que a estrutura escolar tem dificultado as inovações, dado que a sua dimensão é ainda bastante tradicional. A implementação de um trabalho colectivo e a criação de outras formas de gerir tempos, espaços e conteúdos é, por isso, muito dificultada, reforçando a imagem de que a escola está ultrapassada em relação aos espaços e tempos que lhe são exteriores.

A aproximação das escolas à sociedade da informação e aos alunos que nasceram e cresceram na era digital (para os quais o mundo não faz sentido sem as tecnologias), dependerá da sua capacidade de se tornarem o centro da comunidade aprendiz e da flexibilidade conseguida para proporcionarem a todos entradas e saídas que se adaptem à nova realidade social.

Neste contexto a escola do século XXI cria novos desafios aos professores. Estes são confrontados diariamente com múltiplas tarefas e têm de ser capazes de tornar a experiência da escola relevante para a sociedade da informação.

A informação massiva, existente nas bases de dados, que chega aos alunos de forma desorganizada, exige, pois, da parte deles, uma maior capacidade e espírito crítico, para seleccionar e manipular a informação pertinente – o professor assume aqui um papel fundamental como organizador, orientador, mentor e facilitador da aprendizagem, conduzindo e dando maior sentido a esta informação. Deste modo, a responsabilidade do professor aumenta em vez de diminuir, uma vez que deixa de agir num plano disciplinar bem definido e limitado a um conhecimento que adquiriu na sua formação inicial.

O principal desafio lançado aos professores, que tal como os alunos vivem a escola integrada na sociedade da informação, é que ultrapassem a aparente dicotomia entre o ensino tradicional e o ensino recorrendo às TIC e que encontrem o equilíbrio saudável e proveitoso entre ambos, inovando e recriando as formas de desenvolver nos seus alunos as mais variadas e abrangentes competências.

Assim, neste artigo faz-se uma breve referência às vantagens e limitações pedagógicas decorrentes do uso das TIC em contexto educativo, e destaca-se particularmente a utilização de simulações computacionais no ensino das Ciências Físico-Químicas. Seguidamente apresenta-se uma pequena reflexão sobre a importância e a utilização do trabalho experimental no ensino das Ciências e avança-se para a descrição do processo de concepção da simulação “Ponto de fusão e ponto de ebulição”. Terminamos com o estudo de impacto piloto realizado com alunos do 7.º ano de escolaridade, resultados e conclusões daí decorrentes, bem como algumas propostas para projectos futuros.

AS TIC NA ESCOLA: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES PEDAGÓGICAS

A inclusão das TIC na esfera educativa é fundamental para o desenvolvimento de um país através da formação de cidadãos com educação abrangente em diversas áreas, que demonstrem flexibilidade e capacidade de comunicação. Tal formação permitir-lhes-á uma melhor integração no mundo que está em constante mudança.

Reconhecer todas as possibilidades didácticas decorrentes do uso das TIC com objectivos e fins educativos, devidamente integradas no currículo, significa aprender através delas mais do que aprendê-las. É englobá-las harmoniosamente com os restantes componentes desse currículo; é utilizá-las como parte importante com o objectivo de apoiar uma disciplina ou conteúdo e não como um apêndice ou recurso periférico.

Em termos legislativos, neste contexto, publicaram-se os Decretos-Lei n.º 6 e 7/2001 de 18 de Janeiro, que se referem à reorganização curricular do Ensino Básico e Secundário, respectivamente. Estes apontam para a exploração e integração das TIC nas salas de aula. O art.º 3.º, do Decreto-Lei 6/2001, que explicita os princípios orientadores do currículo, consagra a “(...) valorização da diversidade de metodologias e estratégias de ensino e actividades de aprendizagem, em particular com recurso a tecnologias de informação e comunicação”.

Criando um utilizador tecnologicamente competente, a escola pode contribuir para evitar uma possível exclusão social do aluno, ao mesmo tempo que colabora activamente para o seu sucesso na sociedade de informação.

As práticas pedagógicas que utilizam as TIC de uma forma planeada, sistemática e devidamente integrada em contexto curricular, têm diversas e reconhecidas potencialidades (Wild, 1996). Uma das mais notórias potencialidades das TIC é o facto de ajudarem o aluno a descobrir o conhecimento por si: é uma forma de ensino activo em que o professor ocupa um lugar intermédio entre a informação e os alunos, apontando caminhos e avivando a criatividade, a autonomia e o pensamento crítico. Existe uma relação reflectiva e interventiva entre o aluno e o mundo que o rodeia. As tecnologias promovem o pensamento sobre si mesmo (metacognição), a or-

ganização desse pensamento e o desenvolvimento cognitivo e intelectual, nomeadamente o raciocínio formal. A diversificação das metodologias de ensino-aprendizagem, o aumento da motivação de alunos e professores, o volume de informação disponível e a potenciação da interdisciplinaridade são mais algumas vantagens inerentes ao uso pedagógico das TIC. Igualmente reconhecida é a capacidade que as TIC têm de permitir formular hipóteses, testá-las, analisar resultados e reformular conceitos, pelo que estão de acordo com a investigação científica. Ao mesmo tempo possibilitam o trabalho em simultâneo com outras pessoas geograficamente distantes, propiciam o recurso a medidas rigorosas de grandezas físicas e químicas e o controlo de equipamento laboratorial (sensores e interfaces). Podem ainda apontar-se como potencialidades pedagógicas das TIC a criação de micromundos de aprendizagem: são capazes de simular experiências que na realidade são rápidas ou lentas demais, que utilizam materiais perigosos ou que decorrem em condições impossíveis de reproduzir. As tecnologias são também boas aliadas na detecção das dificuldades dos alunos.

Estas potencialidades pedagógicas das TIC não são ainda desfrutadas na íntegra por professores e alunos dada a existência de algumas limitações na sua utilização. Alguns desses constrangimentos são as barreiras às inovações tecnológicas que naturalmente surgem nas escolas e desencadeiam a necessidade de acções de sensibilização. A escola terá de se consciencializar de que já não é o único meio de transmissão de conhecimento. Por outro lado, a escassez de *software* de elevada qualidade técnica e pedagógica, que implica um trabalho colaborativo de pedagogos e programadores, apresenta-se também como uma limitação ao uso das tecnologias. Outras limitações existem e prendem-se com o grande número de alunos que, por dificuldades económicas, não possuem computador, a falta de formação inicial e contínua dos professores para o uso das tecnologias e respectivo aproveitamento pedagógico, a falta de conhecimento sobre o impacto do uso das TIC em contexto educativo e a escassez de tempo, que é indispensável na aprendizagem das tecnologias e na preparação das aulas. Aliadas a estas limitações são de referir também a utilização inadequada de muito material tecnológico, tido como

pedagogicamente enriquecedor, e a ausência de *sínteses* específicos para todos os conteúdos, promovendo a navegação livre pela Internet, a qual não sendo devidamente orientada poderá tornar-se dispersiva.

De uma forma geral, pode-se afirmar que, apesar destes constrangimentos, a integração das TIC na escola constitui um meio auxiliar bastante poderoso para inovar o processo de ensino-aprendizagem. As tecnologias são um bom pretexto para a mudança, mas não são mais do que isso, pois a renovação terá de estar sempre para além de uma máquina!

RECURSOS DIGITAIS PARA O ENSINO DAS FÍSICO-QUÍMICAS – O CASO PARTICULAR DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

No Ensino das Ciências, as TIC assumem uma particular importância pois a sua capacidade didáctica é-lhe intrínseca e a sua utilização é fundamental na exploração da simulação, modelação, interactividade, movimento e perspectiva tridimensional, entre outros aspectos (Cachapuz *et al.*, 2002).

Nomeadamente nas Ciências Físico-Químicas, o uso do computador tem sofrido algumas evoluções. Destacamos, no âmbito do nosso trabalho, as simulações computacionais que são programas que apresentam um modelo de um sistema real ou imaginário (Paiva & Morais, 2006).

Verifica-se uma evolução nas simulações construídas para o ensino. À medida que o *software* e o *hardware* se tornaram mais sofisticados, as simulações estão a tornar-se mais realistas, com muito mais opções para o utilizador controlar a dinâmica do fenómeno representado no ecrã (Mintzes *et al.*, 1998). Estas permitem manipular experiências de diversos tipos, nomeadamente experiências de realização complexa, morosas e até perigosas de serem reproduzidas na sala aula. O aluno pode verificar a validade das suas hipóteses relativamente às situações que surgem no ambiente simulado, manipular variáveis e verificar as alterações no comportamento do modelo perante uma variedade de condições.

As simulações computacionais podem constituir-se como um importante complemento ao contacto directo com os fenómenos naturais e ao trabalho experimental, mas nunca para os substituir,

pois não faz sentido simular um processo que pode ser facilmente observado (Boyle, 1997).

A utilização, devidamente integrada e planeada, das simulações computacionais apresenta algumas vantagens pedagógicas, pois estes recursos podem despertar ou aumentar o interesse dos alunos, dada a possibilidade de variar parâmetros e observar o efeito dessas variações em diversas situações e condições, tendo oportunidade de reflectir e tomar novas decisões. As simulações oferecem a possibilidade ao aluno de desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e aperfeiçoar os conceitos. Esta modalidade de uso do computador na educação é muito útil para fomentar o trabalho em grupo. Os diferentes grupos podem testar diferentes hipóteses e, assim, ter um contacto mais “real” com os conceitos envolvidos no problema em estudo. O uso de simulações computacionais é coerente com a própria prática de investigação científica, que as utiliza cada vez mais. A criação de um ambiente interactivo de “aprender fazendo”, presente nas simulações, permite ao aluno estar mais envolvido e ter uma participação mais activa na elaboração do conhecimento. Outra grande vantagem pedagógica das simulações computacionais é propiciarem a interdisciplinaridade, uma vez que o ambiente representado pode ser transdisciplinar.

Contudo, a utilização das simulações computacionais também apresenta algumas dificuldades, nomeadamente, o facto de as boas simulações computacionais requererem grande poder computacional e bons recursos gráficos e sonoros, de modo a tornar a situação — problema o mais aproximada possível do real. Por outro lado, é importante estar consciente de que o uso de uma simulação, por si só, não cria a melhor situação de aprendizagem. A simulação deve ser vista como um complemento de outras estratégias de ensino. Caso contrário, não existe garantia de que a aprendizagem ocorra e de que o conhecimento possa ser aplicado à vida real. Outra limitação à qual é necessário estar atento é a possibilidade do aluno poder formar uma visão distorcida a respeito do mundo, por exemplo, ser levado a pensar que o mundo real pode ser simplificado e controlado da mesma maneira que nos programas de simulação. Portanto, é necessário criar condições para o aluno fazer a transição entre a simulação e o fenómeno no mundo real. Esta transição não ocorre automaticamente e deve ser trabalhada.

O TRABALHO EXPERIMENTAL NO ENSINO DAS FÍSICO-QUÍMICAS — ALGUNS DADOS E REFLEXÕES

A realização de trabalho experimental é fundamental, e sem dúvida essencial, no ensino e na aprendizagem de ciências eminentemente experimentais como a Física e a Química.

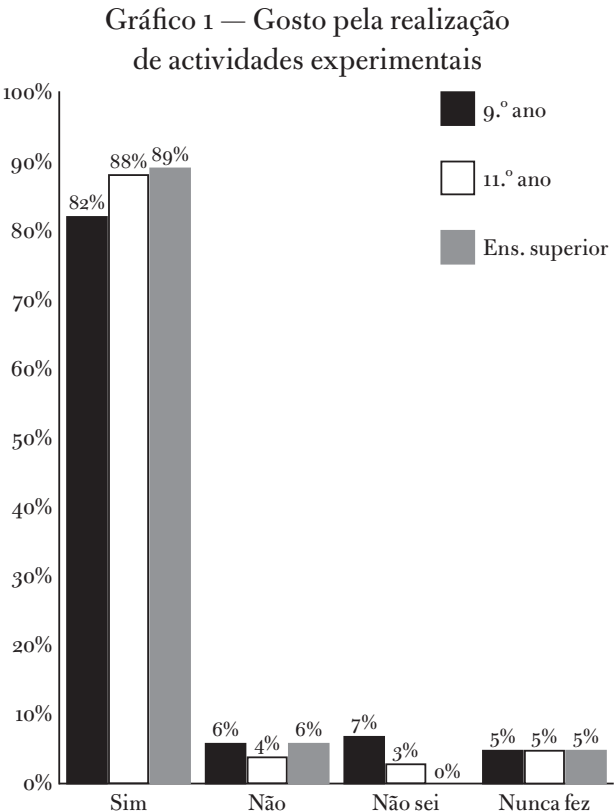
Oliveira (1999) explica que, ao falar de trabalho experimental, se refere a “investigações em que os alunos podem desenvolver, recorrendo a recursos variados, experiências significativas, construindo, no seio de comunidades de aprendizagem, significados de conceitos próximos dos que são aceites pela comunidade científica”.

São vários e importantes os objectivos que se pretendem atingir com a realização de trabalho experimental (Gunstone, 1991; Sweeney & Paradis, 2004). Alguns dos mais significativos consistem em desenvolver no aluno capacidades e atitudes associadas à resolução de problemas em Ciência, transferíveis para a vida quotidiana, tais como: o espírito criativo, a formulação de hipóteses, a observação, a tomada de decisões, o espírito crítico, a curiosidade, a responsabilidade, a autonomia e a persistência. Familiarizar os alunos com as teorias, natureza e metodologia da Ciência e ainda com a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), assim como levantar concepções alternativas do aluno e promover o conflito cognitivo com vista à sua mudança conceptual, são objectivos que se pretende atingir com a realização de trabalho experimental. Não se esgotando o leque de metas a atingir e de competências a desenvolver o trabalho experimental tem ainda como objectivos desenvolver no aluno: o gosto pela Ciência, em geral, e pela disciplina e/ou conteúdos em particular, assim como capacidades psicomotoras, com vista à eficácia de execução e rigor técnico nas actividades realizadas. Proporcionar ao aluno a vivência de factos e fenómenos naturais, assim como consciencializá-lo para intervir, esclarecidamente, na resolução de problemas ecológicos/ambientais, ao mesmo tempo que se promove a sua sociabilização (participação, comunicação, cooperação, respeito, entre outras) com vista a uma melhor integração social, são também objectivos fundamentais inerentes à realização de trabalho experimental.

Pelo exposto anteriormente, a realização de trabalho experimental reveste-se de uma importância ímpar. São os alunos os primeiros a reconhecer essa importância e a manifestarem gosto pela realização de trabalho experimental.

Para evidenciar esta afirmação recorremos a dados fornecidos por Martins *et al.* (2002, 2005), e que referimos de seguida.

Assim, pela análise do Gráfico 1, podemos verificar efectivamente que uma maioria significativa dos alunos (82% do 9.º ano) *gosta* de realizar actividades experimentais de Física e de Química.



Fonte: Martins *et al.*, 2002, p. 105.

De acordo com Martins *et al.* (2005), se compararmos as diferenças percentuais entre a Física e a Química, pode afirmar-se que, os alunos gostam mais de actividades experimentais de Química porque: motivam/interessam mais os alunos para os assuntos científicos; tornam as aulas mais divertidas e interessantes e desenvolvem capacidades de manuseamento de equipamento laboratorial.

Mas, de acordo com Martins *et al.* (2002), infelizmente apenas uma minoria de cerca de 27% dos professores realiza regularmente actividades experimentais de Física e Química, dedicando-lhes, em média, menos de 20 horas por ano lectivo. A realização de trabalhos experimentais não é uma prática

frequente entre os professores de Física e Química. De uma maneira geral, pode dizer-se que os professores do Ensino Básico realizam mais actividades de Física do que de Química e que as experiências mais realizadas são essencialmente as mais clássicas.

De acordo com a Tabela 1, na Química o grupo de experiências mais realizadas são: “Processos de separação de misturas”; “Reacções ácido-base; os indicadores; escala de pH”. No grupo das experiências menos realizadas encontramos a “Determinação dos pontos de fusão e de solidificação”.

As actividades práctico-experimentais utilizadas têm carácter eminentemente fechado e essencialmente virado para a verificação de leis, fenómenos e teorias, pouco centradas na formulação e verificação de hipóteses e na resolução de problemas abertos.

Tabela 1 — Actividades experimentais realizadas no 8.º ano

QUÍMICA	%
Processos de separação de misturas	99
Regras de segurança no laboratório de Química	98
Reacções ácido-base; os indicadores; escala de pH	99
Análise de rótulos de diversos produtos químicos	96
Cromatografia	96
Estudo de reacções químicas diversas	93
Determinação da densidade de uma substância	90
Análise de misturas homogéneas e heterogéneas	86
Lei de Lavoisier	87
Separação de substâncias puras	83
Energia das reacções químicas exotérmicas, endotérmicas e atérmicas	82
Factores que aumentam a velocidade de uma reacção	79
Determinação dos pontos de fusão e solidificação	48

Fonte: Martins *et al.*, 2002, p. 69.

Quando uma turma tem mais de 22 alunos é comum nas escolas fazer-se o desdobramento da turma em dois turnos de modo a permitir aos professores implementar actividades laboratoriais e experimentais. Contudo, segundo Martins *et al.* (2002), verifica-se que os professores utilizam estes tempos lectivos com o objectivo de reforçar um ensino mais focado na sistematização e resolução de exercícios e menos na prática laboratorial e no desenvolvimento de competências. Apenas 26% dos professores inquiridos utiliza os turnos sempre ou quase sempre para realizar trabalho experimental em oposição a 51% que utiliza muitas vezes os turnos para resolver exercícios (Tabela 2).

Tabela 2 — Forma de ocupação lectiva dos turnos experimentais

	Realizar trabalho experimental	Rever matéria	Leccionar matéria nova	Resolver exercícios
Nunca ou raramente	2	27	42	3
Algumas vezes	37	55	44	35
Muitas vezes	36	14	11	51
Sempre ou quase sempre	26	4	4	11

Fonte: Martins *et al.*, 2002, p. 130.

CONCEPÇÃO DA SIMULAÇÃO “PONTO DE FUSÃO E PONTO DE EBULIÇÃO”

O CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

As Orientações Curriculares para as Ciências Físicas e Naturais no 3º ciclo apontam para um ensino dos conteúdos numa perspectiva não por anos mas sim por ciclo, de forma a dotar os alunos com um conjunto de competências essenciais que eles devem adquirir até ao final deste ciclo com o estudo de quatro temas organizadores: Terra no Espaço; Terra em Transformação; Sustentabilidade da Terra e Viver melhor na Terra.

A escolha do tema Terra em Transformação deveu-se ao facto de ser o tema que introduz o estudo da Química no Ensino Básico. De acordo com o Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais com este tema – Terra em Transformação: “(...) pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos relacionados com os elementos constituintes da Terra e com os fenómenos que nela ocorrem”.

No âmbito do Mestrado em Educação Multimédia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pretendeu-se desenvolver um conjunto de recursos digitais com o intuito de tornar este primeiro contacto dos alunos com a Química uma experiência enriquecedora e motivante para eles, contribuindo para o desenvolvimento do gosto por esta Ciência, assim como, proporcionar-lhes experiências de aprendizagem que os conduzissem a aprender mais, a aprender melhor e de forma mais significativa.

Os recursos digitais desenvolvidos foram depois utilizados por uma editora de manuais escolares e integram actualmente um projecto pioneiro, que de forma integrada conjuga um manual em versão digital com múltiplos recursos multimédia, que complementam e explicitam os conteúdos ao longo

do manual – Manual Multimédia 7CFQ (Fiolhais *et al.*, 2006).

Do conjunto de recursos digitais desenvolvidos, iremos neste trabalho, debruçarmos sobre a simulação: “Ponto de fusão e ponto de ebulição”.

ASPECTOS TÉCNICOS E VISUAIS ATENDIDOS NA CONCEPÇÃO DA SIMULAÇÃO

“PONTO DE FUSÃO E PONTO DE EBULIÇÃO”

A escolha dos programas e/ou das ferramentas informáticas usadas na concepção da simulação “Ponto de fusão e ponto de ebulição” foi cuidada e teve em consideração o resultado final que se pretendia obter, bem como o nosso objectivo primordial: motivar os alunos para o estudo da Química.

Assim, alguns dos programas usados para a sua concepção foram: o *Macromedia FreeHand*, *Adobe Photoshop*, *Macromedia Flash*, *Adobe Premiere* e *Pro-Tools – HD7*.

O aspecto visual e a criação de um ambiente agradável e amigável de utilização podem, de alguma forma, contribuir para a motivação do aluno na exploração do recurso. Deste modo, teve-se em consideração vários aspectos que justificam as nossas opções de cor, texto, tipo de letra, composição espacial do ecrã, interface e animação.

Dado o nível etário dos alunos a quem se destina a simulação optou-se por fazer textos curtos e de fácil leitura para ajudar na compreensão dos conteúdos e, ao mesmo tempo, evitar a desmotivação e a saturação dos alunos aquando da exploração da mesma. Algumas indicações de natureza contextualizadora e operacional vão sendo apresentadas nos vários ecrãs da simulação (Roerden, 1997).

Apresentam-se de seguida *print screens* de ecrãs da simulação “Ponto de fusão e ponto de ebulição” (Figura 1).

Ponto de fusão
e
ponto de ebulição

Nesta simulação podes escolher três substâncias para determinar o ponto de fusão e outras três para determinar o ponto de ebulição.

Clique sobre uma das substâncias aqui indicadas, para veres os pontos de fusão ou ebulição.

PONTO DE FUSÃO	PONTO DE EBULIÇÃO
1. ÁGUA 2. ENXOFRE 3. CHUMBO	1. ÁGUA 2. ETANOL 3. ACETONA

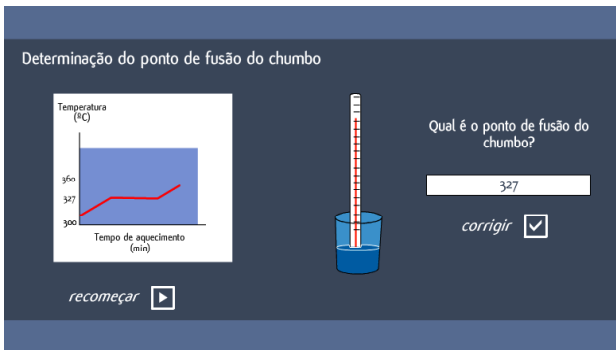
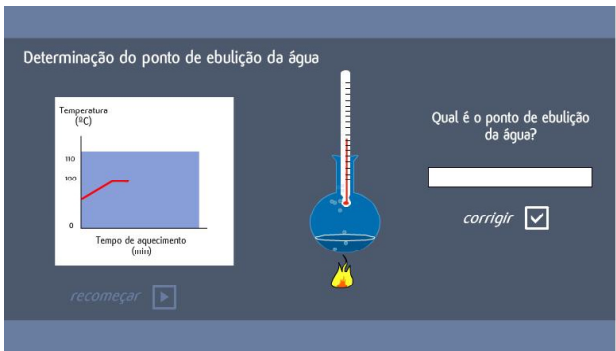


Figura 1. Vários ecrãs da simulação “Ponto de fusão e ponto de ebulição”.

ESTUDO DE IMPACTO PILOTO DA SIMULAÇÃO “PONTO DE FUSÃO E PONTO DE EBULIÇÃO” COM ALUNOS DO 7º ANO DE ESCOLARIDADE

DESCRIÇÃO DO ESTUDO

A amostra usada no estudo foi uma turma do 7º ano de escolaridade da Escola EB 2,3 de Maria Lamas – Porto, no ano lectivo de 2005/2006. A turma era constituída por 15 rapazes e 6 raparigas que apresentavam uma média de idades de 12 anos.

Planificou-se a aula de 45 minutos na qual a simulação computacional foi usada pelos alunos e elaborou-se o roteiro de apoio à exploração da mesma (Figura 2). Os roteiros de exploração têm como principal objectivo estreitar a relação entre as peças de *software* educativo e os objectivos de aprendizagem que se pretendem desenvolver (Moraes, 2006). (O roteiro de exploração está disponível no URL <http://www.jcpaiva.net/content.php?d=curriculum/12>).

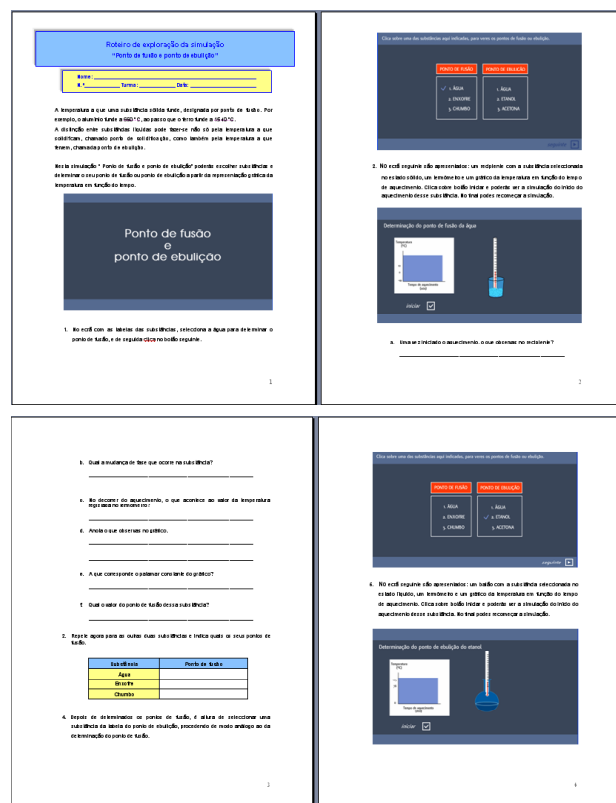


Figura 2. Páginas do roteiro de exploração da simulação “Ponto de fusão e ponto de ebulição”.

O estudo teve um cariz qualitativo introdutório e baseou-se, principalmente, na observação atenta dos alunos a explorarem o *software* e na realização de entrevistas. Apresentam-se de seguida alguns resultados decorrentes desse estudo.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O impacto da aplicação da simulação “Ponto de fusão e ponto de ebulição” no processo de ensino-aprendizagem, foi avaliado através da análise das respostas dadas às questões presentes no roteiro de exploração, análise das observações efectuadas e análise das entrevistas realizadas. A análise dos resultados assenta numa abordagem qualitativa (Morais, 2006).

Verificou-se essencialmente que o facto da aula ter decorrido na sala de informática motivou especialmente os alunos. A exploração da simulação pelos alunos foi, numa fase inicial, feita de forma impulsiva não tendo sido dada a devida atenção ao roteiro de exploração distribuído (cuj a utilidade tinha sido previamente esclarecida). Talvez por os alunos terem considerado a simulação apelativa tenha aumentado o seu interesse, pois estes podiam seleccionar a substância, seleccionar se pretendiam observar a fusão ou a ebulição da mesma, assim como ver a construção do gráfico, temperatura em função do tempo, à medida que o aquecimento estava a decorrer. Logo que interiorizaram a utilidade do roteiro na exploração da simulação a aula decorreu tranquilamente, não tendo havido mais solicitações à professora. As questões presentes no roteiro de exploração foram respondidas sem qualquer dificuldade. Em geral, verificou-se que a maioria dos alunos chegou à conclusão que o ponto de fusão e o ponto de ebulição são propriedades físicas que permitem identificar uma substância e que o patamar constante do gráfico corresponde à temperatura à qual uma dada substância pura funde ou entra em ebulição.

Registou-se alguma desordem aquando da correcção das questões, pois o entusiasmo e a vontade de participar era tal que os alunos tiveram de ser chamados à atenção e foi solicitado que não esquecessem as regras de participação ordenada, pedindo a palavra antes de começarem a falar.

Os alunos dizem ter gostado de explorar a simulação “Ponto de fusão e ponto de ebulição”. Apon-

tam como principais razões o facto de terem apreciado particularmente os gráficos e o termómetro; aprenderem a interpretar melhor um gráfico; ter ocorrido a assimilação de conceitos associados a esta simulação levando a aprendizagens significativas.

Depois de explorarem a simulação, todos os alunos reconheceram a vantagem dessa exploração ter sido feita com o auxílio de um roteiro de exploração, dizendo que: sabem qual o objectivo do trabalho a desenvolver; explica as principais funcionalidades do recurso digital a explorar; favorece o empenho na procura das respostas pretendidas; evita a dispersão para aspectos menos relevantes para a actividade; impede os cliques indiscriminados e compulsivos; permite tirar conclusões; aprendem de forma mais significativa e rentabilizam mais o tempo.

Os alunos consideram que o que há de mais positivo no estudo da Química usando recursos digitais é: ser mais simples e menos trabalhoso para aprender; perceberem-se melhor os conteúdos (pois podem-se visualizar e explorar novamente os recursos) e o facto de a presença de imagens e de áudio ajudarem na compreensão e despoletarem nos alunos um maior grau de atenção, pelo facto de se sentirem mais cativados. Os alunos consideram ainda que os professores deveriam utilizar mais recursos digitais na sua prática lectiva. Segundo os alunos, as razões para que tal não aconteça são: falta de ideias ou possibilidade de o fazer; os professores considerarem que o “quadro e giz” são recursos mais eficientes e ainda por comodismo e/ou falta de vontade dos professores.

CONCLUSÕES FINAIS E PROPOSTAS PARA PROJECTOS FUTUROS

É nossa convicção que a criação desta simulação poderá contribuir para o aprofundamento dos conceitos de ponto de fusão e ponto de ebulição assim como complementar a realização experimental da determinação destas duas propriedades físicas, uma vez que a “Determinação dos pontos de fusão e de ebulição” está no grupo das experiências menos realizadas em Química (recordar a tabela 1, secção 4).

A utilização de simulações computacionais, em geral, apresenta vantagens para o processo de ensino-aprendizagem e a sua exploração desencadeia nos alunos reacções muito positivas, nomeadamente: “Esta simulação é gira, vê-se o gráfico à medida que a temperatura aumenta”; “Nunca percebi nada de gráficos, mas estes até são fáceis porque se vê o que acontece com a temperatura e ao mesmo tempo vê-se o computador a desenhar o gráfico”.

Os alunos apreciaram a exploração de recursos digitais, contudo tal pode dever-se também a um factor extra de motivação – a novidade. São unânimes em reconhecer o proveito pedagógico e a vantagem na utilização de roteiros de exploração e acima de tudo reconhecem ter aprendido mais e melhor.

Devido às limitações nas conclusões e generalizações (ameaças à validade interna e externa) ine-

rentes ao estudo não se poderá tomar os resultados obtidos para além de um simples indicador positivo a favor da utilização de recursos digitais com os alunos. Contudo, para que essa vantagem se torne uma realidade cada vez mais comum nas nossas escolas é fundamental uma mudança de mentalidades, atitudes e perspectivas dos vários intervenientes no processo educativo.

No seguimento do que foi feito pretende-se, num futuro próximo, realizar novas fases de teste do protótipo construído, intervindo directamente junto dos professores, melhorando os recursos desenvolvidos e produzindo novos recursos digitais para níveis de ensino superiores. Pretendemos também avaliar o seu impacto junto dos alunos, de uma forma mais sistemática.

Todas as sugestões são bem-vindas.

- ADELL, J. (1997). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *Edutec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 7. Consultado em Maio de 2007 em <http://www.uib.es/depart/gte/revelec7.html>
- BOYLE, T. (1997). *Design for multimedia learning*. New Jersey: Prentice Hall Europe.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. & JORGE, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: CEEC.
- Departamento da Educação Básica (2001). *Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- FIOLHAIS, C.; FIOLHAIS, M.; GIL, V.; PAIVA, J.; MORAIS, C. & COSTA, S. (2006). *7CFQ – Ciências Físico-Químicas 7º Ano*. Lisboa: Texto Editores.
- GUNSTONE, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. WOOLNOUGH (ed.), *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, pp. 67-77.
- Livro Verde (1997). *Livro Verde para a Sociedade da informação em Portugal. Missão para a Sociedade da informação*. Lisboa: Graforim.
- MARTINS, Anabela *et al.* (2002). *Livro Branco da Física e da Química – Diagnóstico 2000 Recomendações 2002*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Física, Sociedade Portuguesa de Química.
- MARTINS, Anabela *et al.* (2005). *Livro Branco da Física e da Química – Opinião dos alunos 2003*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Física, Sociedade Portuguesa de Química.
- Ministério da Educação (2001). *Decreto-Lei nº 6/2001*. Consultado em Maio de 2007 em <http://www.spn.pt/Default.aspx?aba=27&cat=22&doc=417&mid=115>
- MINTZES, J.; WANDERSEE, J. & NOVAK, J. (1998). *Teaching Science For Understanding*. San Diego: Academic Press.
- MORAIS, C. (2006). “+ Química Digital” – Recursos digitais no ensino da Química: uma experiência no 7.º ano de escolaridade. Tese de Mestrado em Educação Multimédia. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- OLIVEIRA, T. (1999). Trabalho Experimental e Formação de Professores. *Colóquio Ensino experimental e Construção de saberes*. Lisboa: Conselho Nacional da Educação.
- PAIVA, J. & MORAIS, C. (2006). Molecularium: molecular simulations on line for the teaching of chemistry; *8th European Conference on Research in Chemical Education (ECRICE)*. Budapest: Hungary.
- ROERDEN, P. (1997). *Net lessons: web-based projects for your classroom*. Sebastopol: O'Reilly & Associates.
- SALOMON, G. (2002). Technology and Pedagogy Why Don't We See the Promised Revolution? *Educational Technology*, 42, 2, pp. 71-75.
- SWEENEY, A. & PARADIS, J. (2004). Developing a laboratory model for the professional preparation of future science teachers: a situated cognition perspective. *Research in Science Education*, 34, pp. 195-219.
- WILD, M. (1996). Technology Refusal: rationalising the failure of students and beginning teachers to use computers. *British Journal of Educational Technology*, 27, 2, pp. 134-143.

