

# Experiências de Sucesso no Ensino Da Química em Portugal



## EXPERIÊNCIAS DE SUCESSO NO ENSINO DA QUÍMICA EM PORTUGAL

**OLGA FERREIRA<sup>1</sup>, A. SILVA<sup>2</sup>, FILOMENA BARREIRO<sup>1</sup>**

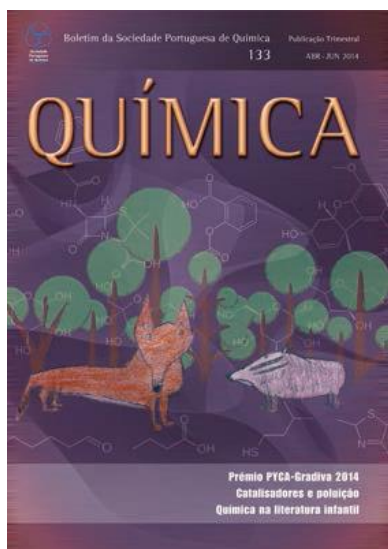
1. INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA, BRAGANÇA, PORTUGAL  
2. AGRUPAMENTO DE ESCOLAS ABADE DE BAÇAL, BRAGANÇA, PORTUGAL  
OFERREIRA@IPB.PT, ADILIATSILVA@GMAIL.COM, BARREIRO@IPB.PT

### Abstract

*Este relatório apresenta os resultados do trabalho realizado durante o terceiro ano do projeto "Chemistry is all Around Network" subordinado ao tema "Experiências de Sucesso no Ensino da Química". Além das indicações bibliográficas, os resultados apresentados baseiam-se na experiência transmitida pelos professores participantes na rede. Foi realizada uma revisão geral sobre os recursos nacionais disponíveis para apoiar as atividades de ensino, tendo-se selecionado e descrito três exemplos de experiências de sucesso (Casa das Ciências, Química das Coisas e a Rede Nacional de Museus de Ciência). Foi dado especial destaque ao teste de recursos digitais para o ensino da química com mediação feita através de roteiros de aprendizagem. Esta atividade foi organizada em cooperação com o CFAE-Bragança (Centro de Formação de Associações de Escolas de Bragança). Nesta atividade estiveram envolvidos catorze professores e 120 estudantes. Em particular, no teste do recurso digital "Radioatividade: decaimento beta, decaimento alfa e datação radioativa" incluído no portal Phet (Phet: <http://www.phet.com/>), estiveram envolvidos 30 alunos com idade média de 17 anos. As competências e os resultados de aprendizagem adquiridos pelos alunos, avaliados através da aplicação de pré e pós-testes, apontaram para um ganho normalizado de 0,64. Em conclusão, as atividades realizadas durante o terceiro ano do projeto relativas ao teste de recursos digitais, foi avaliado muito positivamente pelos professores participantes que corroboraram também o interesse destas para o desenvolvimento da sua carreira profissional.*

### 1. Introduction

No contexto português podem ser citados alguns exemplos de recursos digitais para apoiar o trabalho de ensino das Ciências e da Química, alguns deles relacionados com editoras de manuais escolares. Um exemplo deste último caso é a área de professor intitulada "Espaço Professor Porto Editora" disponibilizado pela Porto Editora. Para além dos casos mencionados, e de acordo com os professores envolvidos no projeto "Chemistry is all Around Network", os mais relevantes e usados são:



- Casa das Ciências (<http://www.casadasciencias.org/>): este portal é um site Web para professores de ciências, que serve de apoio às atividades pedagógicas das diferentes áreas das ciências e aos vários níveis de ensino (ensino básico, secundário e superior). Além disso, o projeto está atualmente a editar uma revista chamada *Revista de Ciência Elementar*.
- A Química das Coisas (<http://www.casadasciencias.org/>): originalmente desenvolvido para divulgar as ciências, este projeto tornou-se muito popular entre os professores, os quais usam essencialmente os seus recursos para promover a motivação dos alunos pelos temas a estudar. De acordo com os professores, o seu sucesso baseia-se no facto de ser cientificamente rigoroso e

apelativo, mas curto o suficiente para não comprometer o tempo necessário para trabalhar com os alunos.



- Boletim da Sociedade Portuguesa de Química: consiste numa publicação editada pela Sociedade Portuguesa de Química e que pode ser encontrada na sua página Web (<http://www.spq.pt>). Inclui uma seção educativa chamada “Química e Ensino” e uma seção dedicada às crianças designada por “Química para os Mais Novos”. Nesta página os professores podem encontrar várias atividades experimentais para implementar nas aulas laboratoriais.
- A seção de recursos educativos do Ministério da Educação e Ciência (<http://www.dgidc.min-edu.pt>): esta seção funciona como um complemento aos programas educativos existentes. Nesta página Web os professores podem encontrar vários guias e materiais para apoiar a sua atividade pedagógica.

## 2. Competências-chave e seu desenvolvimento no ensino de química

O sistema de ensino em Portugal está organizado em três níveis sequenciais: educação pré-primária (idade típica de 3-5), educação básica (idade típica de 6 a 15) e o ensino secundário (idade típica de 15 a 18). A educação básica está organizada de acordo com três ciclos (1º ciclo (níveis 1-4), 2º (níveis 5-6) e 3º (níveis 7-9)).

Para além do ensino pré-escolar, onde são introduzidas algumas atividades/projetos de ciência, os temas relacionados com a química começam a ser ensinados durante a educação básica (1º e 2º ciclos) como parte da unidade curricular “Estudo do Meio”. As unidades dedicadas à química começam com as Ciências Físico-Químicas no 3º ciclo, Física e Química A (10º e 11º anos) e Química (12º ano, opção) no nível secundário. O ensino da Química segue atualmente uma abordagem baseada na aprendizagem em contexto. De acordo com o Ministério da Educação e Ciência (Direção Geral da Educação-Programas e Metas Curriculares Ensino Básico, 2014: <http://www.dgidc.min-edu.pt/>) são definidas as seguintes competências:

### 1º e 2º Ciclos:

O objetivo destes dois ciclos é o de despertar a curiosidade pelos fenómenos naturais e identificar as características físicas e químicas do mundo circundante. A iniciação científica começa com a unidade curricular de "Estudo do Meio" que integra a área de Ciências Físicas e Naturais, entre outras. O carácter globalizante desta unidade promove o desenvolvimento das seguintes competências:

- Explicar fenómenos com base nas propriedades dos materiais;
- Tratar informação, analisar dados, colocar hipóteses e encontrar soluções;
- Explicar fenómenos com base nas propriedades físicas e químicas;
- Reconhecer a importância da experimentação na interpretação dos fenómenos científicos;
- Participar em atividades experimentais de descoberta e investigação;
- Despertar a curiosidade e criar um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela ciência.

### 3º Ciclo (7º-9º anos):

Os objetivos da disciplina de Ciências Físico-químicas são:

- Estimular o entusiasmo e o interesse pela ciência, para que os jovens se sintam confiantes e com competências para participar em temas científicos e técnicos;
- Reconhecer a ampla gama de materiais com diferentes propriedades e utilizações, bem como o papel da química na sua identificação e transformação;
- Caracterizar, qualitativa e quantitativamente, soluções. Preparar em laboratório soluções aquosas de uma dada concentração mássica;
- Reconhecer transformações físicas e químicas e concluir que estas podem envolver a absorção ou libertação de energia;
- Reconhecer a natureza de partícula da matéria e a diversidade de materiais através das suas unidades estruturais;
- Compreender o significado da simbologia química e o conceito de conservação de massa em reações químicas;



- Compreender a organização da tabela periódica e sua relação com a estrutura atômica. Usar informações de elementos para explicar as propriedades físicas e químicas das respetivas substâncias elementares.

### Escola Secundária (10º, 11º e 12º anos):

Em conformidade com os princípios da reforma do ensino secundário, a unidade curricular de química (12º ano) e a de Física e Química A (10º e 11º anos) são orientadas por princípios comuns. É objectivo, nesta etapa do ensino secundário, que os alunos mantenham o interesse para prosseguir carreiras científicas e tecnológicas. As competências, tendo por base autores contemporâneos e organizações tais como a OCDE, consideram fundamental a promoção da alfabetização científica. Existem três dimensões de competências a considerar: conhecimento, ações e valores, que, no caso de química, são as seguintes:

#### Conhecimento:

- Competências de conteúdo (conhecimento declarativo e conceptual no campo da química);
- Competências epistemológicas (visão do significado da ciência e da química em particular, como uma forma diferente de ver o mundo, distinto de outras interpretações).

#### Ações:

- Competências de aprendizagem (capacidade de usar várias estratégias de aprendizagem e modos de construção do conhecimento científico);
- Competências sociais (capacidade de cooperar com os outros, a fim de recolher dados, seguir protocolos ou interpretar informações científica);
- Competências processuais (capacidade para observar e experimentar, avaliar, interpretar gráficos, usar modelos, analisar situações de forma crítica, gerar e testar hipóteses);
- Competências de comunicação (capacidade de usar e compreender a linguagem científica, registrar, ler e discutir usando informação científicas).

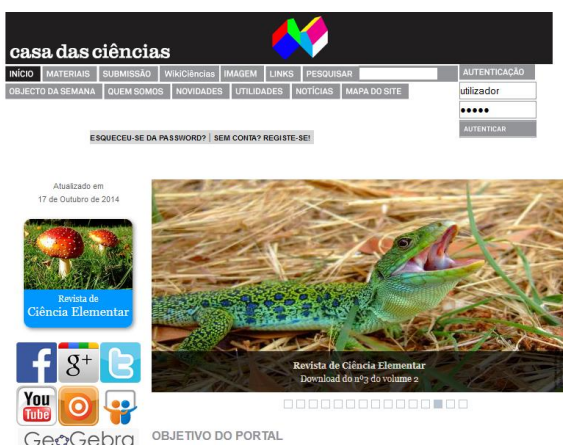
#### Valores:

- Refere-se às competências éticas (conhecimento de padrões, sua relatividade nos contextos locais e seu carácter temporal).

## 3. Exemplos de experiências de sucesso

Seguidamente serão apresentados 3 exemplos de experiências de sucesso selecionados com base na opinião dos professores participantes no projeto “Chemistry is All Around Network”.

### 3.1. Casa das Ciências (<http://www.casadasciencias.org/>)



The screenshot shows the homepage of 'casa das ciências'. At the top, there is a navigation menu with links for INICIO, MATERIAIS, SUBMISSÃO, WikiCiências, IMAGEM, LINKS, PESQUISAR, and AUTENTICAÇÃO. Below the menu, there are sections for 'OBJECTO DA SEMANA', 'QUEM SOMOS', 'NOVIDADES', 'UTILIDADES', 'NOTÍCIAS', and 'MAPA DO SITE'. A central image features a green lizard with its mouth open, eating a small insect. To the left of the lizard, there is a small image of a red mushroom. Below the main image, there are social media icons for Facebook, Google+, and Twitter, and a GeoGebra logo. The text 'OBJETIVO DO PORTAL' is visible at the bottom of the screenshot.

A Casa das Ciências (House of Sciences), um projeto financiado pela Fundação Calouste Gulbenkian, é um *website* para professores de ciências que promove o uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) no processo educativo. Os objetivos e resultados do projeto serão descritos com base no trabalho apresentado na “International Conference on Successful Experiences and Good Practices in Chemistry Education (SEGPCE)”, que decorreu em Bragança a 21 de Maio de 2014, organizada no contexto do projeto “Chemistry is All Around Network” [1].

A casa das Ciências dá suporte a atividades de ensino em diferentes áreas da ciência e orienta-se para vários níveis de ensino (ensino primário e secundário, mas também ensino superior). O *site* está a tornar-se gradualmente um portal "de professores para professores" sendo um espaço onde estes podem encontrar



materiais úteis e eficazes para a sua atividade profissional. É um lugar onde podem trocar ideias sobre os materiais e sobre a forma como estes podem ser usados. Em conclusão, é um espaço para partilhar experiências.

Todos os materiais disponíveis no portal, ou recomendados por este, são primeiramente avaliados do ponto de vista científico e educacional, seguindo uma revisão por pares. Atualmente, a aceitação por parte do Conselho Editorial e subsequente publicação é reconhecida como de prestígio, em analogia com as habituais publicações científicas. O portal tem mais de 12600 membros registrados e uma taxa de utilização por parte dos professores de ciências portuguesas superior a 30%. Com mais de 4 milhões de visualizações cumulativas em todas as suas componentes, a solicitação global atinge 3-4 mil visitantes por dia, com um impacto significativo em outros países de língua portuguesa (algumas componentes com taxas de utilização superiores a 40%).

O portal inclui ainda uma seção *wiki*, a Wikiciências (<http://wikiciencias.casadasciencias.org>) e um banco de imagens (<http://imagem.casadasciencias.org/>). Adicionalmente, o projeto edita atualmente a “Revista de Ciência Elementar”.

### 3.2. A Química das Coisas (<http://www.casadasciencias.org/>)



“A Química das coisas” é um projeto multimédia dedicado a apresentar a química escondida nas nossas vidas, mostrando muitas vezes como os desenvolvimentos científicos podem resultar na melhoria do bem-estar da sociedade moderna. Cada episódio de TV, disponível para download no sítio Web, é dedicado a um tema. Os primeiros títulos da série são: A Química das Tatuagens, do sal, dos Cereais do Pequeno-almoço, do Álcool, dos Post-its, do Verniz das Unhas, dos Computadores Portáteis, das Lentes de

Contacto, do Descafeinado, dos Detergentes, do Sono e do Amor. Este recurso digital está muito bem redigido, é cientificamente rigoroso, apresenta um magnífico design e animações atrativas. Não é interativo. Como cada episódio dura entre 2 a 3 minutos estes podem ser utilizados como introdução temática e/ou como fator de motivação na sala de aula. Adicionalmente, os autores disponibilizam vídeos mais curtos, normalmente animações que podem ser usadas de forma independente pelo professor. Por exemplo, em relação ao episódio “A Química dos Cereais do Pequeno-almoço”, também podem ser descarregados dois vídeos mais curtos: um acerca da Tabela Periódica dos Elementos, onde se destaca o ferro, e outro acerca da oxidação do ferro metálico no estômago originando iões de ferro – uma forma utilizada pelo nosso organismo.

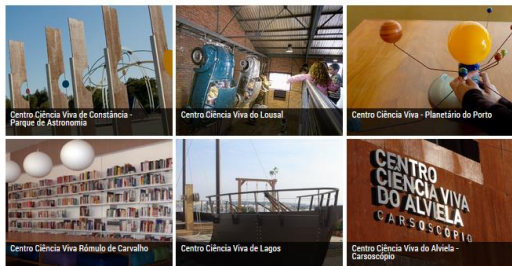
Embora o uso deste recurso como ferramenta educacional não tenha sido previsto na sua criação, ele é atualmente usado por professores principalmente como um elemento de motivação introdutório. O seu sucesso depende do fato de ser cientificamente rigorosos e apelativo, mas curto o suficiente para não comprometer o tempo necessário para trabalhar com os alunos.

O sítio Web está disponível nas línguas portuguesa e inglesa, mas nos vídeos existe a opção de introduzir legendas em Búlgaro, Inglês, Francês, Grego, Italiano, Polaco, Português, Eslovaco, Espanhol, Turco, etc.

### 3.3. Rede Nacional de Museus de ciência (<http://www.cienciaviva.pt/centroscv/rede/>)

A Rede Nacional de Museus é coordenada pelo “Ciência Viva - Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica”, agência criada em 1996 para promover a cultura científica e tecnológica em Portugal, com especial ênfase nos jovens. A rede é formada por 20 centros de ciência cobrindo o território nacional. Estes centros são espaços interactivos de disseminação da ciência e da tecnologia funcionando como plataformas de desenvolvimento regional (científica, económico e cultural) através da promoção dos agentes mais ativos

Rede de Centros Ciência Viva



no contexto regional nessas áreas. Este é o caso do “Centro Ciência Viva” que desde a sua fundação estabeleceu uma colaboração estreita com o Instituto Politécnico de Bragança (IPB). Entre as várias iniciativas conjuntas é de salientar o projeto de disseminação da ciência Ciência@Bragança (<http://www.cienciabraganca.pt/>).

Os museus de ciência têm um papel muito importante na criação e difusão da cultura científica e tecnológica. Adicionalmente podem ser explorados pelos professores, não apenas em visitas formais, mas também para complementar aulas tirando vantagem da capacidade científica instalada [2].

## 4. O impacto do projeto nas experiências de sucesso

### 4.1 Workshop

O *workshop* subordinado ao tema “Experiências de sucesso e boas práticas no ensino da química”, promovido pelo Instituto Politécnico de Bragança (IPB), decorreu na Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTiG) no dia 2 de abril de 2014 (16:00), em Bragança.

Houve 19 participantes provenientes de vários níveis de ensino (15) e pessoal do IPB (4). Neste terceiro ano dedicado à temática “Experiências de sucesso e boas práticas no ensino da química”, o *workshop* compreendeu uma parte prática dedicada à exploração de recursos digitais para o ensino da química e a elaboração de um roteiro de aprendizagem visando a sua futura utilização com estudantes em ambiente de aula.

O *workshop* começou com uma apresentação breve do projeto “Chemistry is All Around Network” no que respeita as principais atividades e resultados obtidos durante o terceiro ano. A necessidade de efetuar a análise dos artigos de revisão colocados pelos parceiros foi reforçada. Foi ainda apresentado um exemplo de uma revisão.

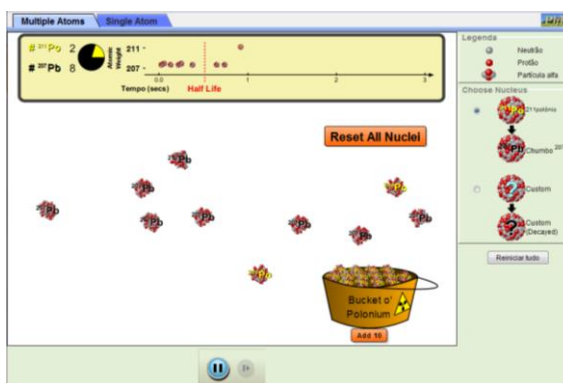
Tirando partido da experiência da Professora Adília Silva (Escola Secundária Abade Baçal) na utilização de recursos digitais no suporte ao ensino da química, o tema “Roteiros de aprendizagem como ferramenta para mediar o processo de aprendizagem” foi introduzido por esta numa curta apresentação. Foram definidos os seguintes tópicos/objetivos:

- Fundamentos e vantagens da utilização de recursos digitais suportados pelo uso de guias de aprendizagem;
- Fundamentos para a elaboração de um roteiro de aprendizagem eficiente;
- Análise de um recurso digital e teste de um roteiro de aprendizagem.

Os participantes foram organizados em grupos de dois elementos por cada posto de trabalho. Foi-lhes distribuído um roteiro de aprendizagem. A temática escolhida “Radioatividade: decaimento alfa, decaimento beta e datação radioativa” como forma de ilustrar um exemplo onde a prática laboratorial não é possível e onde é importante entender o nível microscópico. Os recursos testados foram extraídos do portal Phet (<http://www.ptable.com/>).



Teste do recurso digital



Portal Phet (<http://www.phet.com/>)

O recurso digital foi testado e explorado pelos professores seguindo as instruções descritas no roteiro de aprendizagem e respondendo às questões desafio colocadas. A metodologia proposta (teste do recurso digital suportado pelo roteiro de aprendizagem) foi considerada bastante eficiente por parte dos professores participantes. Estes concordaram que a utilização de simulações computacionais nas aulas de química pode ser bastante útil e eficiente quando exploradas no âmbito de um roteiro de aprendizagem.

No seguimento desta atividade, os professores ficaram habilitados com conhecimentos para o desenvolvimento de um roteiro de aprendizagem baseado nos recursos digitais disponíveis no portal do projeto "Chemistry is All Around Network".

Em conclusão, o *workshop* e as atividades levadas a cabo durante o terceiro ano do projeto, foram avaliadas muito positivamente pelos professores da rede. De forma a garantir o sucesso e continuação das ações iniciadas estas foram incluídas numa ação de formação em colaboração com o CFAE-Bragança (Centro de Formação de Associações de Escolas - Training centers associated with school associations).

## 4.2 Teste dos recursos digitais

Neste ponto será descrito o teste dos recursos digitais por parte dos professores portugueses da rede "Chemistry is All Around Network". No seguimento do trabalho iniciado durante o *workshop*, os professores selecionaram um recurso digital e desenvolveram um roteiro de aprendizagem para ser testado com os alunos em ambiente de aula. As sessões em sala de aula foram complementadas com trabalho laboratorial. Estiveram envolvidos 14 professores alcançando uma população de 120 estudantes. Foram testados os seguintes recursos:

- Titulação ácido-base, Chemistry Companion Site, 11/e, Raymond Chang, William College, Kenneth Goldsby, Florida State University.
- Series electroquímicas, Chemistry Experiment Simulations and Conceptual Computer
- Tabela Periódica de Elementos
- Phet (Decaimento Alpha, Decaimento Beta)
- Phet (Kit de construção de circuitos)
- Phet (Parque de energia)





Testing the teaching resource (in classroom)



Validating the teaching resource (in the lab)

O teste dos recursos digitais vai ser demonstrado aqui com o exemplo “Radioatividade: decaimento beta, decaimento alfa e datação radioactiva) (Phet: <http://www.phet.com/>):

- Deacaimento alfa: <http://phet.colorado.edu/pt/simulation/alpha-decay>
- Decaimento beta: <http://phet.colorado.edu/pt/simulation/beta-decay>
- Jogo da datação radioactiva: <http://phet.colorado.edu/pt/simulation/radioactive-dating-game>

Foi utilizada uma metodologia baseada num roteiro de aprendizagem. Os roteiros de aprendizagem são ferramentas de mediação criadas para suportar a exploração e orientar os alunos durante o processo de aprendizagem ajudando-os a organizar o conhecimento de uma forma transversal. Desta forma os estudantes utilizam os computadores e os *softwares* educacionais para interagir modelos científicos, modificando dados e variáveis, interessando-se na exploração da situação física, persistindo na realização da tarefa, mostrando iniciativa, assumindo o controlo das suas ações mediante elaboração de propostas, formulando novas questões e envolvendo outros estudantes na exploração e desenvolvimento da atividade.

Um roteiro de aprendizagem está estruturado nas seguintes partes:



<b>ESCOLA SECUNDARIA 3 ABADE DE BAÇAL</b>	
Student's name: _____	Date: _____
Professor's name: _____	

#### LEARNING GUIDE

##### Learning objectives:

- Understand the concept of radioactivity.
- Identify radioactive isotopes.
- Schematically represent the radioactive decay of some nuclides.
- Determining the period of decay from the half-life time.
- Apply this knowledge to the dating of objects with hundreds or thousands of years.

#### EXPERIENCE AND ANSWER THE FOLLOWING CHALLENGES

**Challenge: How does the radioactive decay work?**

To reply to this question, double-click on the following simulation:



beta-decay\_pt.jar

#### TASK 1

This animation allows you to observe the beta decay of two unstable isotopes, *Tritium*,  ${}^3\text{H}$  and *Carbon-14*,  ${}^{14}\text{C}$ .

1.1. Explain why the nuclei of these elements are unstable.

Answer: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- **Tarefas-desafio:** são dadas orientações e formuladas questões como desafios de forma a promover a compreensão de conceitos, leis e princípios, orientando os alunos na exploração de situações físicas. As condições para a formulação de hipóteses são criadas a partir da análise de imagens e a interação com o *software* é promovida para permitir testar as hipóteses formuladas;
- **Teste:** As atividades experimentais são propostas conjuntamente com simulações interativas. O objetivo consiste em estimular a autonomia e iniciativa do estudante. São propostas tarefas que relacionem, nas transformações químicas, o nível microscópico ao macroscópico;
- **Conhecer mais:** O principal objetivo desta parte final do roteiro de aprendizagem é o de despertar os alunos para uma abordagem mais compreensiva e interdisciplinar, valorizando competências e conhecimento através da sua aplicação a situações do dia-a-dia, e deste modo, atribuindo significado e utilidade ao conhecimento científico.



O roteiro de aprendizagem para a atividade “Radioatividade: decaimento beta, decaimento alfa e datação radioativa” é parcialmente mostrado na figura abaixo.

A atividade foi realizada por uma professora de Química utilizando duas aulas de 90 minutos com uma turma de 30 alunos com uma idade média de 17 anos na Escola Secundária Abade Baçal localizada em Bragança, Portugal. As competências adquiridas e os resultados de aprendizagem foram avaliados mediante a realização de pré- e pós-testes. A avaliação revelou um ganho normalizado de 0.64.

A opinião dos estudantes quanto ao recurso digital utilizado foi recolhida por meio de questionários. Uma vasta maioria de estudantes (>90%) achou os recursos utilizados interessantes e mais eficientes que o uso de livros; consideraram que promove a interação com os outros colegas, centrando a discussão nos temas da química. 70.8% consideraram que os recursos utilizados favoreceram a compreensão dos conceitos estudados. Assim, de acordo com os dados recolhidos a utilização de roteiros de aprendizagem parece melhorar significativamente a aprendizagem.

## 5. Conclusions

Este relatório apresenta os resultados do trabalho realizado durante o terceiro ano do projeto “Chemistry is All Around Network” sobre a temática “Experiências de sucesso no ensino da química” Entre os vários resultados obtidos é de salientar o teste de recursos digitais suportado por um roteiro de aprendizagem. Duas conclusões derivaram desta experiência: (i) Os recursos digitais são ferramentas poderosas para a exploração científica se mediadas pelo professor e guias de aprendizagem; (ii) a combinação de ferramentas digitais interativas com trabalho laboratorial pode melhorar significativamente os resultados de qualidade da aprendizagem do aluno.

## 6. Referências

- [1] Pinto, M.L.S. (2014), Casa das Ciências – A collaborative website for science teachers, Proceedings of the International Conference on Successful Experiences and Good Practices in Chemistry Education (Bragança, Portugal), 7-8.
- [2] Silva, J.P. Cravino, J. Anacleto, J. B. Lopes (2012). A Mediação em Sala de Aula no Ensino das Ciências Físicas com Utilização de Recursos Computacionais. Book of Abstracts, Física 2012, 18ª Conferência nacional de Física and 22º Encontro Ibérico para o Ensino da Física. University of Aveiro, p. 215, available in <http://www.gazetadefisica.publ.pt/actas/21/pdf>
- [3] Casa das Ciências (<http://www.casadasciencias.org/>).
- [4] Química das Coisas (<http://www.casadasciencias.org/>).
- [5] Boletim da Sociedade Portuguesa de Química (<http://www.spq.pt>)
- [6] Rede de Centros de Ciência Viva (<http://www.cienciaviva.pt/centroscv/rede/>)
- [7] Portal Phet:  
Alfa decay: <http://phet.colorado.edu/pt/simulation/alpha-decay;>  
Beta decay: <http://phet.colorado.edu/pt/simulation/beta-decay;>  
Radioactive dating game: <http://phet.colorado.edu/pt/simulation/radioactive-dating-game>
- [8] Ministério da Educação e Ciência, Direção Geral de Educação – Programas e Metas Curriculares do Ensino Básico, 2014 (<http://www.dgidec.min-edu.pt/>).

