



O MULTIMÉDIA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

João Paiva
Carla Morais
Luciano Moreira



Largo Monterroio Mascarenhas, n.º 1, 8.º piso
1099-081 Lisboa
Telf: 21 001 58 00
ffms@ffms.pt

© Fundação Francisco Manuel dos Santos
Outubro de 2015

Director de Publicações: António Araújo

Título: O multimédia no Ensino das Ciências:
Cinco anos de investigação e ensino em Portugal

Autores: João Paiva
Carla Morais
Luciano Moreira

Revisão de Texto: Isabel Branco

Design: Inês Sena
Paginação: Guidesign

Impressão e acabamentos: Guide – Artes Gráficas, Lda.

ISBN: 978-989-8819-17-8

As opiniões expressas nesta edição são da exclusiva responsabilidade dos autores e não vinculam a Fundação Francisco Manuel dos Santos. Os autores desta publicação optaram por seguir o novo Acordo Ortográfico. A autorização para reprodução total ou parcial dos conteúdos desta obra deve ser solicitada aos autores e ao editor.

Saiba mais em:
spq-ffms.spq.pt

O MULTIMÉDIA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

**Cinco anos de investigação
e ensino em Portugal**

João Paiva
Carla Morais
Luciano Moreira

O MULTIMÉDIA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

**Cinco anos de investigação
e ensino em Portugal**

ÍNDICE

O multimédia no Ensino das Ciências

11	Nota prévia
13	Sumário executivo
15	Introdução

PARTE I

Versão breve

	Capítulo 1
19	Ensino das ciências e multimédia
	Capítulo 2
23	Opções metodológicas
	Capítulo 3
27	Retratos do multimédia no ensino das ciências
27	3.1. Retrato das práticas de investigação
28	3.2. Retrato das práticas de ensino
	Capítulo 4
39	Conclusões
39	4.1. Marcas sociológicas
41	4.2. Tensões e oportunidades de ensino e investigação
44	4.3. Considerações finais

PARTE II

Versão Extensa

	Capítulo 1
47	O multimédia no ensino das ciências
47	1.1. Multimédia e ensino na cultura digital
49	1.2. Os repositórios nacionais
53	1.3. Dispositivos normativo-legais
	Capítulo 2
57	Método
57	2.1. Procedimento de constituição do <i>corpus</i> documental
58	2.2. <i>Corpus</i> de análise
62	2.3. Procedimento de análise de dados

	Capítulo 3
67	Apresentação e discussão de resultados
67	3.1. Retrato metodológico
74	3.2. Retrato tecnológico-pedagógico-de-conteúdo

	Capítulo 4
91	Conclusões
91	4.1. Síntese dos resultados
93	4.2. Boas práticas de investigação e ensino
94	4.3. Perspetivas futuras

97	Referências
----	--------------------

Apêndices técnicos

103	<i>Corpus documental de análise</i>
111	Repositórios de recursos educativos digitais

Nota prévia

O presente volume justifica três notas prévias que permitem compreender melhor o seu enquadramento e alcance.

Os repositórios digitais das instituições de ensino superior, apesar da substancial evolução verificada nos últimos anos, possuem lacunas e certamente não contemplam todos os trabalhos académicos produzidos entre 2010 e 2014. Por outro lado, verifica-se que alguns desses trabalhos estão ainda ao abrigo de moratórias de confidencialidade, pelo que apenas estarão ao alcance da comunidade académica dentro de algum tempo. Por conseguinte, este trabalho encontra-se de certo modo incompleto e ganharia em ser amplamente discutido, dando aos professores, investigadores e outros especialistas a oportunidade de se pronunciarem sobre os resultados aqui apresentados. Esta discussão alargada, que se propõe, teria a inegável vantagem de permitir identificar trabalhos que tenham sido negligenciados neste primeiro relatório, corrigir eventuais imprecisões, bem como, evidentemente, alargar e refinar a análise realizada. Este prolongamento natural do estudo parece-nos em perfeita sintonia com os propósitos da Fundação Francisco Manuel dos Santos e a equipa mostra-se inteiramente disponível para o realizar.

O retrato do multimédia no ensino das ciências é mais aprofundado no caso da Química, área de especialização de dois dos autores do presente relatório, razão pela qual o estudo foi à partida enquadrado pela Sociedade Portuguesa de Química.

Tendo em conta que o estudo se dirige tanto ao público em geral como à comunidade científico-pedagógica nacional, o volume divide-se em duas partes. A primeira parte é uma versão breve que sintetiza os principais resultados e cujo principal propósito é comunicar com a sociedade. A segunda parte é uma versão extensa, que expõe o tema, apresenta e analisa os resultados de modo pormenorizado, permitindo ao público especializado uma leitura mais aprofundada.

Sumário executivo

O presente volume sintetiza os principais resultados de um trabalho de investigação acerca do lugar do multimédia no ensino das ciências em Portugal dos últimos cinco anos.

Na origem deste trabalho estiveram dois objetivos. O primeiro é de natureza científica: retratar a investigação nacional sobre o multimédia no ensino das ciências nos últimos cinco anos. Outro é de carácter informativo: dotar a comunidade que se interessa pelo tema com uma ferramenta de consulta simples que permita refletir sobre as práticas de ensino nas áreas científicas com recurso a novas tecnologias informáticas e melhorá-las. Por isso, optámos por um discurso sintético remetendo para uma versão extensa e para apêndices técnicos a informação indispensável a leituras mais aprofundadas.

Após a introdução em que o tema do estudo é contextualizado e a sua pertinência explicitada, o relatório divide-se em duas partes: Parte I – Versão breve e Parte II – Versão extensa. A estrutura de ambas as versões é a mesma.

Assim, no capítulo 1, revisitamos o conceito de multimédia e a sua pertinência no ensino das ciências no quadro de uma *Web* em transformação. No capítulo 2, expomos o método seguido nesta investigação. Seleccionámos exclusivamente os estudos sobre experiências de integração de multimédia no ensino das ciências publicados no definido período de cinco anos (2010-2014), realizados em território nacional, em contexto educativo. O *corpus* final integra 75 documentos, entre dissertações de mestrado, teses de doutoramento e artigos em atas de conferências.

No capítulo 3, apresentamos e discutimos pormenorizadamente os resultados sobre a utilização de multimédia educativo no ensino das ciências em Portugal. A maioria dos estudos adota abordagens metodológicas não-experimentais, nas quais as turmas escolares são tomadas como cenário, privilegiando os questionários e as notas de campo como instrumentos de recolha de dados. Regra geral, os trabalhos de investigação encontram-se muito bem mapeados do ponto de vista curricular. O multimédia é utilizado, sobretudo, com o intuito de promover a aprendizagem e o desenvolvimento de competências transversais associadas à literacia científica e digital. Os recursos multimédia utilizados são bastante diversificados, envolvendo desde meios, como a calculadora gráfica, ou programas específicos para o ensino das ciências (como

é o caso de simulações sobre o equilíbrio químico, no caso da Química, ou o *Geogebra*, no caso da Matemática), até ferramentas que são apropriadas para fins pedagógicos (trata-se de ferramentas várias da *Web 2.0*, como blogues).

No capítulo 4, encontramos uma síntese dos principais resultados e extraímos algumas perspectivas que poderão alicerçar a integração pedagógica da tecnologia a partir da análise das evidências empíricas (*evidence-based practice*). Em síntese, os resultados apontam para a existência de assimetrias regionais, um efeito de territorialização profissional e feminização da investigação. A profusão de estudos em Lisboa e no litoral contrasta com a escassez de resultados provenientes das regiões do interior, do Alentejo e das ilhas, sugerindo que a investigação se associa fortemente à localização geográfica das instituições académicas (assimetrias regionais). A territorialização profissional decorre do facto da maioria dos autores dos trabalhos analisados serem professores de ciências, sendo que o foco de investigação se deslocou da produção de recursos multimédia para a avaliação de propostas didáticas. Acresce que a maioria dos estudos são realizados por autores do sexo feminino, mas o papel de orientação/supervisão é maioritariamente desempenhado por homens, sugerindo a subsistência de desequilíbrios que, a serem ignorados, podem associar-se a visões pejorativas relativamente à qualidade da investigação (feminização da investigação).

Enquanto perspectivas futuras, aponta-se para a necessidade de aumentar o número de estudos comparativos e longitudinais; investigar os efeitos pedagógicos das tecnologias ubíquas e móveis (incluindo *bring your own device*); e implementar de projetos de ciência participativa.

A comunidade interessada poderá efetuar pesquisas no sítio do projeto *Multimédia no Ensino das Ciências* de acordo com um conjunto de filtros (*e.g.*, abordagem metodológica, disciplina, ano de escolaridade, perspectiva pedagógica, multimédia utilizado), sobre a base de dados construída nesta investigação e que lhe permitirá aceder às ligações para os documentos originais. Ao corpo principal do relatório acresce um conjunto de apêndices de carácter técnico, com subsídios indispensáveis para uma leitura mais aprofundada.

A equipa espera que o presente trabalho constitua uma ferramenta útil para todos quantos se interessam pelo ensino das ciências.

Introdução

Compreender o lugar do multimédia no ensino das ciências através da produção científico-pedagógica dos últimos cinco anos é uma via privilegiada para aceder aos discursos e perspectivas acerca da educação de uma comunidade plurifacetada. Com efeito, o ensino das ciências objetiva a tensão entre as transformações de natureza epistemológica que afetaram a *praxis* científica e a massificação da escolaridade durante o século xx. A utilização da tecnologia, em particular, constituiu sempre um objeto de dissensão. Enquanto uns consideravam que a tecnologia contribuía para aproximar os alunos do *modus operandi* da ciência, outros viam nela um desvio do exercício das faculdades intelectuais mais nobres.

Não pretendemos deter-nos na revisão de um percurso histórico que já é longo. Bastaria, na verdade, evocar o modo veemente como se conta que Sócrates (século v a. C) repudiava a escrita. Contudo, no momento em que nos propomos analisar a utilização do multimédia educativo no ensino das ciências – e da química, em particular – nos últimos cinco anos, em Portugal, convém reconhecer que boa parte das representações e atitudes da comunidade académica e da sociedade, em geral, face ao tema não é inteiramente nova. Portanto, convém esclarecer, desde já, o nosso próprio posicionamento em relação ao conjunto de soluções tecnológicas que podem ser incluídas sob a designação de multimédia, antecipando dois eixos de representação que, em nossa opinião, estruturam os discursos mais comuns, sejam eles favoráveis ou desfavoráveis à integração do multimédia educativo no ensino das ciências.

O primeiro eixo é de natureza pedagógica. Opõe as pedagogias que se dizem centradas no professor às pedagogias que se dizem centradas no aluno. É francamente comum, ainda hoje, os adeptos da integração tecnológica incluírem as peças de multimédia educativo entre os recursos adequados a uma pedagogia centrada no aluno. A este respeito, a resposta dos discursos que perpassam uma perspectiva mais relutante da integração do multimédia educativo, mas que não se reconhecem em pedagogias centradas no professor, advogam que a utilização da tecnologia aliena o aluno da relação que é necessário estabelecer no quadro da sala de aula. Ora, em nosso entender, os recursos, não obstante as concepções epistemológicas e pedagógicas que animam a sua concepção, apenas adquirem sentido estratégico a partir da sua

integração intencional num conjunto mais alargado de práticas e dispositivos dos atores educativos e, sobretudo, quando contribuem para que o centro da pedagogia seja o conhecimento. Por outras palavras, o multimédia educativo supostamente mais colaborativo poderá ser utilizado numa dinâmica pedagógica estritamente comportamentalista e, *mutatis mutandis*, uma peça de multimédia de resposta-reforço poderá ser o ponto de partida para uma estratégia de natureza construtivista ou socio-construtivista.

O segundo eixo diz respeito à natureza do conhecimento e às vias para a elaboração do conhecimento: é um eixo epistemológico. De um lado, neste esquema minimalista e equívoco, teremos os que consideram que a ação (incluindo a experimentação) orienta a elaboração do conhecimento e, por outro, os que veem no raciocínio (incluindo a memorização) as vias para o saber. Poder-se-ia dizer que neste eixo reencontramos o debate entre o empirismo e o racionalismo, com tanta mais razão quanto o nosso campo de estudo é o ensino das ciências. Na verdade, os professores referem frequentemente que as peças de multimédia educativo facilitam o processo de abstração, precisamente, através das possibilidades que oferecem para visualizar (ver é afinal um atributo dos sentidos). Outros, quando não os mesmos, professores reconhecem que não é possível ensinar ciências sem os alunos dominarem um conjunto vasto de signos e de operações, isto é, uma gramática científica adequada, e insistem que, por conseguinte, é necessário repetir e memorizar.

Chegados aqui compreendemos por que razão a integração do multimédia é objeto de discussão e por que razão as práticas de ensino baseadas nele, mesmo entre os entusiastas, são muitas vezes inconsistentes. Na verdade, jogam-se na opção de integrar, ou não integrar, multimédia na prática de ensino conceções de natureza pedagógica e epistemológica, mas também questões de natureza socioprofissional que decorrem, por exemplo, do sucesso escolar dos alunos, tal como é aferido pelos dispositivos normativos e legais. Tendo em conta a conjugação destes fatores, é nossa posição de partida assumir que a aprendizagem se processa através da interligação de estratégias pedagógicas diversificadas e tem tanto mais sucesso quanto essas estratégias são interligadas de forma intencional e coerente para atingir objetivos bem definidos, entre os quais o sucesso académico e o cumprimento dos programas oficiais.

O retrato da utilização do multimédia educativo no ensino das ciências em Portugal, que nos propomos alcançar com este projeto, terá por base a análise de trabalhos académicos de mestrado e de doutoramento, bem como artigos em atas de conferências. É, em síntese, nossa intenção, por um lado, captar um retrato da natureza metodológica das investigações sobre este tema e, por outro, alcançar uma síntese do conhecimento tecnológico-pedagógico do conteúdo que nelas se encontra.

PARTE I

Versão breve

Capítulo 1

Ensino das ciências e multimédia

O que é que se pode dizer acerca da utilização de multimédia no ensino das ciências em Portugal? A questão é fundamental para fazer um ponto de situação relativo à educação científica no contexto nacional na exata medida em que a tecnologia está ligada – ao mesmo tempo como um motor e um reflexo – tanto à transformação das práticas educativas como ao próprio desenvolvimento científico.

Hoje, mais do que nunca, fazer, ensinar, aprender e comunicar ciência implica usar a tecnologia. Pretende-se ou não que os jovens reconheçam o valor das ciências e adquiram competências para lidar com os desafios da sociedade contemporânea, progressivamente mais tecnológica, tomando parte ativa e crítica nos processos de decisão que afetam o seu quotidiano, e, eventualmente, enveredem por carreiras nas áreas da ciência, tecnologia, engenharia e matemática¹? Então, compete-nos perceber de que modo as ciências estão a ser ensinadas nas nossas escolas. Está em causa o futuro das atuais gerações de alunos e, por conseguinte, o futuro do país, uma vez que o desenvolvimento económico na sociedade da informação não está exclusivamente dependente nos modelos de produção industrial, mas pressupõe modelos de desenvolvimento científico e tecnológico.

Evidentemente, este trabalho não encerra uma resposta definitiva para a questão de saber como é que o multimédia, em sentido lato (cf. Caixa 1), está a ser usado em Portugal no ensino das ciências, mas pretende-se contribuir para conhecer melhor essa realidade.

¹ Estas áreas correspondem ao inglês STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Veja-se, a este respeito, o relatório elaborado para a Comissão Europeia por um grupo de especialistas em Educação em Ciências (Hazelkorn *et al.* 2015)

Caixa 1 Definir multimédia

“O termo multimédia significa que um programa pode incluir uma variedade de informação proveniente de fontes muito diferentes – como, por exemplo, textos, áudio, imagens (paradas ou animadas), gráficos e vídeos. Um módulo de hipertexto ou de hipermédia possui muitos *links* internos, permitindo que o utilizador selecione as partes do módulo que mais lhe interessam, ou mesmo mover-se facilmente entre diferentes módulos, de acordo com a sua bagagem e os seus interesses, não necessitando de seguir um caminho linear e previamente estabelecido” (Morais, 2011, p. 41).

O multimédia educativo, por sua vez, distingue-se pela finalidade pedagógica que orienta a construção de um dado recurso. Neste trabalho, entende-se (multi)média educativo, numa aceção lata, como recurso ou ferramenta digital com fins pedagógicos ou passível de ser utilizada com semelhantes finalidades. Se, em alternativa, optássemos por uma definição mais estrita, limitaríamos evidentemente o leque de investigações sobre as quais incide a nossa análise. Preferimos, enfim, partir de um panorama eventualmente marcado pela heterogeneidade do que partir de um panorama que decorresse de uma visão tão estrita de multimédia que pouco ou nenhum eco haveria de investigações realizadas.

Na investigação científica, qualquer questão suscitada pela vontade ou necessidade de conhecer o que nos rodeia, desdobra-se em questões mais específicas, cuja resposta está estreitamente dependente dos métodos utilizado. Também, neste caso, centrado na investigação de trabalhos já realizados em Portugal sobre a utilização de tecnologia educativa no ensino das ciências, optou-se, desde logo, por reduzir o âmbito da análise aos últimos cinco anos (2010-2014). Trata-se ainda assim de um período de tempo relativamente abrangente e, mais importante, coincide com circunstâncias históricas relevantes.

Por um lado, compreende os anos que se seguiram a um forte investimento de apetrechamento tecnológico das escolas portuguesas promovido pelo governo português, num através do Plano Tecnológico da Educação (PTE)². No âmbito do PTE, verificou-se um aumento do rácio de computadores disponíveis por aluno e do acesso à internet de banda larga. Também as famílias portuguesas acompanharam este movimento, adquirindo computadores e subscrevendo planos de acesso à internet.

Por outro lado, a própria internet, por sua vez, transformou-se substancialmente durante a década de 2000. Desenvolveram-se e proliferaram as ferramentas de publicação e participação digital, como as redes sociais ou os blogues. Hoje, estas ferramentas estão ao alcance do comum cibernauta. Sinal disso mesmo é a transformação que ocorreu nos repositórios de recursos educativos multimédia³ e a alteração do perfil de competências para participar na sociedade digital. Se é verdade que a literacia digital depende menos dos conhecimentos tecnológicos, como programação, depende mais,

² No Plano Tecnológico da Educação, aprovado por Resolução do Conselho de Ministros n.º 137/2007, de 18 de setembro de 2007, definiu-se a estratégia do Governo para a modernização tecnológica do ensino com um conjunto articulado de projetos cuja execução foi implementada pelo Ministério da Educação, com a colaboração de um grupo alargado de parceiros públicos e privados.

³ Sobre os repositórios nacionais de recursos educativos, ver Parte II deste estudo.

em contrapartida, do espírito crítico, visto que as possibilidades de participação aumentaram⁴. Além disso, durante o primeiro lustro de 2010 assistimos à massificação dos dispositivos móveis, frequentemente, com acesso móvel à internet. A ubiquidade e o nivelamento das oportunidades de participação, que fazem com que qualquer pessoa possa aceder e alterar o fluxo de informação, justifica certamente uma reflexão profunda sobre a educação contemporânea.

No caso do ensino das ciências, abre-se todo um campo de possibilidades⁵. Não se trata apenas de integrar informação, representar fenómenos, simular experiências, encontrando, assim, alternativas, suplementos e extensões das componentes não digitais de cariz teórico, prático, experimental e laboratorial; trata-se, também, da possibilidade de participar em projetos de ciência participativa através dos quais a aprendizagem adquire um significado autoevidente.

⁴ Veja-se a respeito dos desafios, obstáculos e dilemas da cultura participativa, Jenkins (2007).

⁵ Com efeito, os próprios dispositivos normativo-legais reconhecem o possíveis contributos pedagógicos dos recursos digitais (ver Parte II do estudo).

Capítulo 2

Opções metodológicas

Atendendo a tudo quanto foi dito, poderá colocar-se a seguinte questão: “Justificar-se-ia, por isso, um inquérito acerca das práticas de integração do multimédia no ensino das ciências, nas escolas portuguesas, nos últimos cinco anos?” Indubitavelmente, a resposta é afirmativa, mas não foi esse o caminho seguido neste trabalho. Desde logo, o presente ou comportaria um investimento avultado ou captaria evidências superficiais, correndo o risco de se tornar irrelevante.

Preferimos, portanto, escolher outro caminho. A opção consistiu em analisar o multimédia de forma indireta, tal como é captado pelas investigações já realizadas. A partir daqui foram especificados um conjunto de critérios para a constituição daquilo a que chamaremos *corpus* de análise.

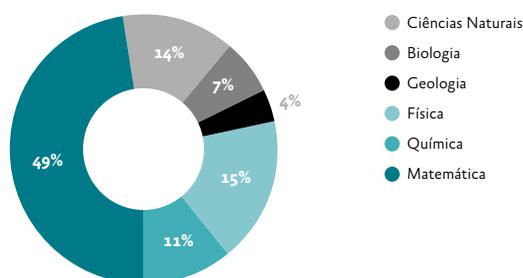
Depois de aplicados os critérios de inclusão e exclusão (ver Caixa 2), apurou-se um total de 75 documentos, entre dissertações de mestrado, teses de doutoramento e artigos em atas de conferências.

Caixa 2 Critérios de inclusão/exclusão

- As investigações deveriam incidir em casos concretos de integração do multimédia no ensino das ciências (Biologia, Ciências Naturais, Física, Geologia, Matemática e Química).
- Os estudos deveriam incidir no Ensino Básico e/ou no Ensino Secundário, envolvendo necessariamente os alunos. Os trabalhos sobre o Ensino Superior, devido à complexidade científica dos temas e especificidades pedagógicas das práticas letivas, foram excluídos. Na verdade, justificariam um estudo à parte. Uma vez que os estudos sobre o 1.º Ciclo do Ensino Básico eram muito pouco numerosos, optámos por excluí-los. Com isto, beneficiou a coerência do *corpus* de análise.
- Os estudos deveriam estar disponíveis *online* ou no Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP), nos repositórios das principais instituições de ensino superior nacionais – no caso de dissertações de mestrado e teses de doutoramento – ou nas atas dos dois principais congressos de Tecnologias de Informação e Comunicação de Portugal – no caso de artigos científicos.

A Figura 1 apresenta a distribuição dos documentos que constituem o *corpus* de análise por área científica (ver Caixa 3 para mais informação). Na Matemática têm origem cerca de metade dos trabalhos (49%), ao passo que cerca de um quarto provém das Ciências Físico-Químicas (26%) e outro quarto das Ciências Naturais, Biologia e Geologia (25%)

Figura 1 Distribuição dos documentos por área científica



Caixa 3 O *corpus* de análise em síntese

- Distribuição de documentos por ano: 2013 com 25 documentos é o ano com maior produção associada.
- Contexto de produção dos documentos: 83 % Mestrado, 9% Conferências, 8% Doutoramentos.
- Distribuição dos documentos por instituição: com 29 documentos, a Universidade de Lisboa é a instituição de ensino superior mais representada.
- Distribuição dos autores por sexo: forte predomínio do sexo feminino (77%) relativamente ao sexo masculino (23%) na autoria dos documentos; maior equilíbrio entre os sexos na orientação/supervisão dos documentos (52% sexo masculino; 48% sexo feminino).

A opção de estudar o multimédia no ensino das ciências a partir das investigações já realizadas (e não a partir de um inquérito às práticas de integração) apresenta um conjunto de pontos positivos que é importante realçar.

A principal vantagem consiste em captar os interesses e práticas de investigação da comunidade científica que se constitui em torno da área. Trata-se ao mesmo tempo de compreender a agenda científica e a própria comunidade de investigadores. Identificar o quê, como, onde e por quem tem sido estudado o multimédia no ensino das ciências fornece:

- Ao professor – um conjunto de boas práticas que o poderão orientar na sua ação pedagógica.
- Ao investigador – uma perceção clara das áreas exploradas e das áreas inexploradas.

- À sociedade – algumas coordenadas para sustentar tomadas de posição relativamente à educação em ciências.

A segunda vantagem resulta do facto da grande maioria das investigações ter decorrido no âmbito de dissertações de mestrado, as quais não têm habitualmente a desejável repercussão nem o devido reconhecimento académico e social. Ora, nestes trabalhos, há, por um lado, indicações fundamentais para corrigir as assimetrias da agenda científica e, por outro, propostas didáticas devidamente fundamentadas para integrar o multimédia no ensino das ciências.

Parece-nos, pois, que o presente trabalho encontra plena justificação e relevância tanto ao nível pedagógico como científico, podendo ser utilizado como ferramenta, incompleta, é certo, mas útil para diversos atores sociais que participam das discussões acerca da educação, entre os quais se incluem os professores e académicos, mas também os pais, os políticos, os especialistas e empresários editoriais.

Conscientes da tensão latente entre aproximar a ciência que se faz da ciência que se ensina e se comunica e desejando que o texto esteja ao alcance de uma comunidade muito diversificada, optámos aqui por um registo de contenção deliberada relativamente à fundamentação teórica. No entanto, impõe-se um esclarecimento prévio acerca das orientações teóricas da investigação antes de apresentarmos os resultados.

Capítulo 3

Retratos do multimédia no ensino das ciências

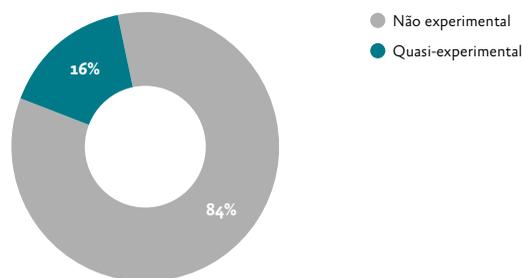
3.1. Retrato das práticas de investigação

Este trabalho propõe-se classificar as abordagens metodológicas presentes nas investigações sobre multimédia no ensino das ciências. Desde o início, propusemo-nos analisar apenas estudos empíricos não documentais. Assim, dividimos os trabalhos analisados em três grandes categorias: experimentais; quasi-experimentais e não experimentais⁶. Procurou-se igualmente analisar um outro conjunto de opções metodológicas, desde as características da amostra até aos instrumentos de recolha e tratamento de dados.

Como podemos verificar na Figura 2, 84% das investigações recorrem a abordagens não experimentais enquanto 16% recorrem a abordagens quasi-experimentais.

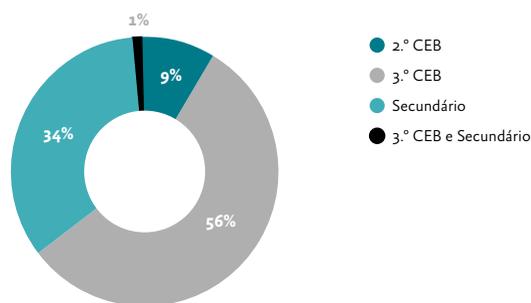
⁶ Ver Alferes (1997); Alferes, Bidarra, Lopes e Mónico (2009).

Figura 2 Abordagens metodológicas



A Figura 3 ilustra a distribuição das investigações pelos diferentes ciclos de ensino. Mais de metade dos estudos tiveram lugar no 3.º Ciclo do Ensino Básico (56%), cerca de um terço no Ensino Secundário (34%) e menos de um décimo no 2.º Ciclo do Ensino Básico (9%). Apenas um estudo abrange mais do que um ciclo de ensino (3.º Ciclo de Ensino Básico e Secundário), tendo envolvido alunos do 3.º Ciclo de Ensino Básico e do Ensino Secundário.

Figura 3 Ciclo escolar em que decorreram as investigações



Na Caixa 4 o leitor encontra uma síntese da informação desenvolvida na Parte II.

Caixa 4 O retrato da investigação em síntese

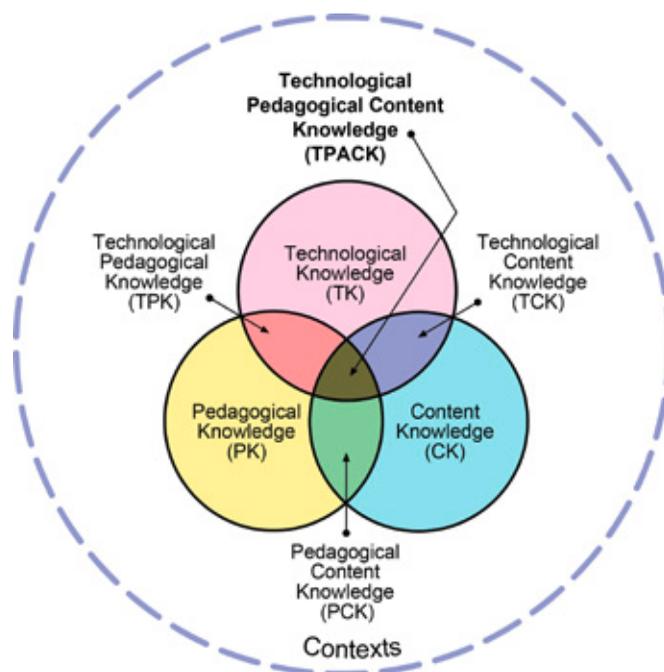
- Predomínio dos estudos de caso e das investigações “qualitativas”.
- Distribuição assimétrica dos estudos pelo território nacional (com maior concentração de estudos em Lisboa).
- Amostras de pequena dimensão (as turmas escolares são tomadas como contexto de estudo).
- Predomínio de questionários e notas de campo enquanto instrumentos de recolha de dados.
- A maioria dos questionários utilizados não se encontra validada.
- Predomínio da combinação de técnicas qualitativas e quantitativas ou de técnicas exclusivamente qualitativas de análise de dados.

3.2. Retrato das práticas de ensino

A teoria do conhecimento tecnológico-pedagógico do conteúdo (TPACK) orienta o trabalho no que diz respeito à integração do multimédia no ensino das ciências. De acordo com a TPACK, a prática pedagógica resulta de uma composição de conhecimentos específicos acerca da tecnologia, do conteúdo e da visão pedagógica (Figura 4). A partir desta conceção estruturamos uma boa parte da análise. Com efeito, em cada um dos trabalhos procurámos identificar a(s) tecnologia(s) utilizadas, o(s) conteúdos abordado(s) e as perspetivas pedagógicas.

Figura 4 Referencial teórico TPACK: conhecimento-pedagógico-tecnológico-do-conteúdo⁷

⁷ Retirado de Koehler e Mishra (2009).



Reproduzida com autorização do editor,
© 2012 por tpack.org

O multimédia identificado nas investigações foi organizado em categorias que respeitam, de maneira geral, a designação porque são mais comumente conhecidas. Deste modo, apreende-se imediatamente a diversidade de soluções passíveis de integração em propostas didáticas no ensino das ciências.

A Figura 5 introduz os principais recursos de multimédia estudados nas investigações sob análise. Trata-se de um conjunto muito diversificado que inclui programas (*e.g.*, *Geogebra*), aparelhos (*e.g.*, calculadora, telemóvel), ferramentas de publicação de conteúdos (*e.g.*, blogues), de partilha colaborativa (*e.g.*, wikis), até formatos como vídeo ou *podcasts*.

Quadro 1. Tipologia de abordagens pedagógicas⁹

⁹ Adaptado de Bower, Hedberg e Kushara (2010, p. 183, tradução nossa)

	Não envolve negociação	Envolve negociação
Não há produto	Transmissivas	Dialógicas
Há produto	Construtivistas	Coconstrutivistas

- As abordagens transmissivas incluem todas as práticas que se baseiam exclusivamente na passagem de informação para os alunos. Nestas práticas, os exercícios consistem fundamentalmente na aplicação de competências.
- As abordagens dialógicas baseiam-se no discurso entre os participantes, recorrendo a exemplos e tarefas, das quais recebem *feedback*, mas que não implicam o desenvolvimento de um produto.
- As abordagens construtivistas implicam o desenvolvimento de um produto, de forma individual.
- As abordagens coconstrutivistas implicam o desenvolvimento de um produto, de forma colaborativa através de trabalho em grupo.

Por exemplo, o ensino por mudança concetual pode ser implementado através de cada uma das abordagens. De facto, é possível promovê-lo através de um método expositivo, que se limita à visualização de um vídeo. Se esse vídeo é objeto de discussão na sala de aula, então, o ensino por mudança concetual insere-se numa abordagem dialógica. Caso o ensino por mudança concetual implique a realização de uma atividade em que haja espaço para a (re)construção de conhecimento, então, estamos perante uma abordagem construtivista, se o trabalho é individual, e coconstrutivista, se o trabalho é efetuado em grupo. A tipologia demonstra assim ao mesmo tempo uma simplicidade e rigor que a torna particularmente útil.

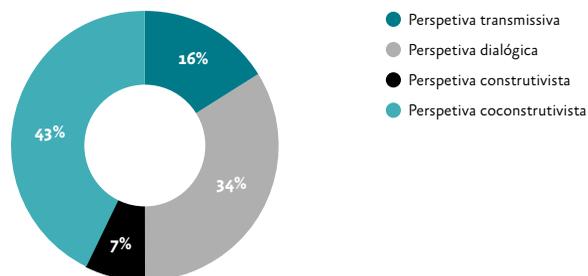
A Figura 6 dá a conhecer as perspetivas pedagógicas subjacentes às intervenções didáticas. Como podemos observar, mais de dois quintos das investigações têm características coconstrutivistas (43%), isto é, implicam o desenvolvimento de um produto final de forma negociada (através de trabalho colaborativo). Aproximadamente um terço das investigações (34%) foram classificadas na perspetiva dialógica, porque, ainda que contemplem a negociação entre os alunos (através de trabalho de grupo), não implicam o desenvolvimento de um produto que se diferencie claramente de um exercício de aplicação dos conhecimentos. Deparámo-nos ainda com investigações de características transmissivas (16%), que não envolvem nem negociação nem desenvolvimento de um produto. Finalmente, um conjunto diminuto de trabalhos (7%) foram incluídos na tradição de pedagogias construtivistas

que implicam o desenvolvimento de um produto de modo individual sem negociação com o outro.

Por um lado, fosse por genuína opção do investigador fosse por limitações de carácter tecnológico, relacionadas com os equipamentos disponíveis nas escolas, a maioria das investigações envolveu trabalho em grupo. Assim, parte dos trabalhos acabam por assumir características socioconstrutivistas ou dialógicas. Por outro lado, tanto os dispositivos normativos e legais como os discursos mais correntes sobre a integração pedagógica da tecnologia preconizam o trabalho em grupo. Assim, não nos deverá surpreender o retrato alcançado no que diz respeito às perspetivas pedagógicas subjacentes às investigações.

No entanto, convém salientar que a reflexão pedagógica nem sempre é clara. Isto é especialmente verdade no caso da Matemática em que parte dos trabalhos não se filiam em qualquer tradição pedagógica. Por outro lado, frequentemente, a revisão das teorias pedagógicas tem apenas em consideração os autores fundamentais (*i.e.*, Piaget, Ausubel, Bruner, Vygotsky) e não os resultados de investigações que, embora inspiradas nessas teorias, tenham decorrido em contextos pedagógicos mais específicos do ensino das ciências.

Figura 6 Perspetivas pedagógicas subjacentes às investigações



Os conteúdos, sempre que possível, foram associados aos programas curriculares de cada uma das disciplinas. Esta opção revela-se extremamente vantajosa, porque a maioria dos trabalhos apresenta ou decorre de propostas didáticas que explicitam os conteúdos curriculares abordados. Nestes casos, a tarefa mostrou-se relativamente simples. Além disso, a apresentação dos resultados torna-se mais clara e útil para os professores, enquanto leitores interessados em conhecer mais profundamente as propostas que se ligam diretamente aos temas de um determinado nível de escolaridade. Ao mesmo, este mapeamento tornou-se possível também na medida em que os investigadores optaram por intervenções relativamente curtas, associadas aos programas dos respetivos níveis de escolaridade. No presente *corpus* de análise não há senão

algumas exceções em que é possível ver retratados projetos de maior duração que abordam um só tema ao longo do tempo.

Regra geral, os trabalhos de investigação encontram-se muito bem mapeados do ponto de vista curricular. Apresentaremos de seguida um retrato sumário dos principais resultados identificados em cada uma das áreas científicas.

Biologia

Os cinco trabalhos desenvolvidos na disciplina de Biologia são de natureza não experimental. Os resultados apresentados pelos autores sublinham os contributos do multimédia para o desenvolvimento das competências de colaboração, de apropriação e construção do próprio conhecimento. Convém salientar que, nos estudos de Dias e Chagas (2013) e de Magalhães (2014), os autores referiram que os alunos, conquanto se mostrem favoráveis ao uso do multimédia, o desvalorizam relativamente a outros meios pedagógicos (como os manuais escolares) e às próprias explicações do docente.

Ciências Naturais

De entre os oito trabalhos de Ciências Naturais, apenas um possui um desenho quasi-experimental (Leibovitz, 2013). O autor comparou duas turmas com desempenhos académicos e comportamentais distintos. Os resultados alcançados indicam que ambas as turmas melhoraram o seu desempenho, mas sugerem igualmente que, não obstante as evidências favoráveis ao ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas *online*, é ainda necessário mais investigação para compreender se os alunos com melhores resultados ao nível académico e comportamental são ou não mais beneficiados pela inclusão pedagógica de *chat* e animações.

Os restantes estudos são de natureza não experimental. Delgado (2013), num estudo de carácter longitudinal, destaca o carácter gradual da apropriação das tecnologias ubíquas enquanto instrumentos de aprendizagem por parte dos alunos. Carvalho (2014a) refere que os resultados do teste de avaliação sumativa se revelam inconclusivos acerca do efeito da utilização do jogo didático na aprendizagem, salvaguardando, em todo o caso, as suas qualidades e benefícios pedagógicos a outros níveis. Sousa (2014) sublinha que o multimédia pode contribuir para a diversificação das estratégias pedagógicas implementadas pelo docente. Importa ainda reter a advertência de Reis (2010): as visitas virtuais não devem constituir um sucedâneo das visitas *in loco*, mas ser antes alternativas a ponderar consoante os temas curriculares em questão.

Convém destacar o trabalho realizado Carvalho (2014b), tanto na análise das ferramentas da *Web 2.0* como na criação de materiais pedagógicos,

conquanto as conclusões se limitem fundamentalmente às percepções positivas dos alunos acerca da intervenção. Aliás, essas conclusões são comuns aos demais estudos.

Geologia

Dos três trabalhos realizados no âmbito da disciplina de Geologia, dois são de natureza quasi-experimental. Monteiro (2013) salienta que a construção do e-portefólio se revela eficaz na regulação da aprendizagem e contribui para a emancipação do aluno (maior autonomia), sendo que o grupo experimental revela atitudes e percepções sobre o uso do computador e da internet mais maduras e favoráveis. Martins (2014) identificou as áreas de subaproveitamento académico sustentando que os recursos educativos digitais (RED) auxiliam a compreensão dos conceitos estruturantes.

Pelo seu lado, Gonçalves (2014) salienta que a sua intervenção promove a aproximação entre a prática pedagógica dos discursos pedagógicos oficiais com base em princípios democráticos.

Física

Do conjunto de 11 investigações em Física, apenas uma se reveste claramente de um carácter quasi-experimental. Ramos (2011) estudou o efeito das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na capacidade de interpretar gráficos e não obteve diferenças significativas entre o grupo experimental (o que recorreu às TIC) e não experimental.

Entre os estudos de carácter não experimental, deparamo-nos frequentemente com análises das atitudes e motivação dos participantes face à intervenção ou face à disciplina em questão (Ferreira, 2012b; Nascimento, 2013). Silva (2013) salienta as dificuldades dos alunos tanto no acesso aos recursos digitais como na própria realização de tarefas com base nas simulações, as quais vão sendo superadas com o tempo. Mendes (2011) refere que o blogue é aceite como instrumento pedagógico e concorre para a construção de conhecimento declarativo, mas, em contrapartida, os participantes não se mostraram capazes de relacionar conceitos.

Matemática

Do conjunto de 37 investigações analisadas, seis adotaram um desenho quasi-experimental. Pinto (2014), utilizando uma amostra ampla, estudou o efeito de uma plataforma hipermédia na aprendizagem do teorema de Pitágoras. Os grupos experimentais melhoram os seus resultados académicos bem como melhoraram nos processos de autorregulação da aprendizagem face ao grupo de

controlo. Merece ainda atenção o facto de o grupo experimental, que utilizou a plataforma em sala de aula, ter apresentado resultados superiores face ao grupo experimental, que a utilizou fora do contexto de sala de aula.

O estudo conduzido por Azevedo (2013) sugere que a utilização de *wikis* é eficaz na aprendizagem de conteúdos de Matemática, tal como as *Webquests* de acordo com Freitas (2011). Segundo Lopes (2010), os alunos com melhor desempenho (notas acima de 14 valores) participaram mais ativamente na produção de *enhanced podcasts* e, posteriormente, utilizaram-nos com maior frequência. O autor sustenta que estes instrumentos se revelaram úteis no apoio ao estudo independente. Os resultados alcançados por Anileiro (2013) indiciam que tanto os vídeos com narrativa como os desafios matemáticos são mais eficazes do que o vídeo direto, mas o tamanho da amostra utilizada levanta reticências à própria autora relativamente à confiança a depositar nos resultados. Do mesmo modo, a operacionalização das variáveis merece-nos algumas reservas.

O único resultado menos favorável alcançado nestes estudos proveio de Cadavez (2013): apesar das perceções positivas dos alunos face à intervenção com o *Geogebra* para a aprendizagem da geometria, o grupo experimental obteve resultados inferiores ao grupo de controlo.

A maioria dos estudos são, portanto, de natureza não experimental (31 documentos). Merece, desde logo, realce o trabalho realizado por Nunes (2014), que recorreu ao *design-based research* para elaborar um sítio da internet sobre Matemática que contava à data mais de 30.000 visitas e que disponibiliza um conjunto alargado de materiais para o apoio da Matemática. O próprio autor lamenta o facto de não lhe ter sido possível avaliar o efeito da utilização de tal sítio na aprendizagem, tendo tido acesso exclusivamente às estatísticas de utilização e aos comentários que lhe eram enviados via *email* pelos utilizadores.

Uma vez mais, os resultados de um estudo de carácter longitudinal sobre a utilização da calculadora gráfica (Consciência, 2014) demonstram que o processo de génese instrumental é lento e dependente de vários fatores associados ao contexto, tarefa e *background* dos alunos. No entanto, é importante salientar que a representação gráfica favorece o desenvolvimento do conceito função, a exploração de situações problemáticas e promove a flexibilidade estratégica na resolução de problemas. A necessidade de maturação instrumental, aliás, ajuda a compreender as observações de Termentina (2014). Num estudo realizado no 8.º ano de escolaridade, a autora refere que, pese embora reconheçam as vantagens da calculadora gráfica, os alunos não a empregam de modo sistemático nem se mostram cientes de como o poderiam fazer. É, em parte, neste sentido que se podem ler as conclusões de Candeias (2010), acerca do *Geogebra*, quando salienta que os alunos preferem utilizar processos

de raciocínio numérico relativamente às representações gráficas, mesmo quando são realizadas através do recurso a meios tecnológicos.

Assim, para além das conclusões relativas às perceções positivas dos alunos, dos ganhos nas competências de colaboração e autonomia, o multimédia específico, ou quando orientado para a aprendizagem de conteúdos científicos por *canais específicos* (quer dizer que não podem ser substituídos, sem perda, por meios não digitais), está associado a um processo de génese instrumental lento, pelo que o papel do professor assume especial importância enquanto criador de oportunidades de exploração intencional e sistemática que concorram para a sua apropriação crítica por parte dos alunos.

Química

Entre as oito investigações sobre a integração do multimédia na área disciplinar de Química que compõem o *corpus* de análise, apenas uma possui um desenho quasi-experimental. Sousa (2013) propôs-se analisar os efeitos de um conjunto de RED na aprendizagem do domínio *Reações químicas* (subdomínio: *Explicação e representação de reações químicas*) e nas crenças de autoeficácia dos alunos. No entanto, o grupo experimental não se distinguiu do grupo de controlo. Salientamos que o estudo recorreu aos *flipcharts*. As explicações para a não obtenção de diferenças entre o grupo de controlo e o grupo experimental avançadas pela autora dizem respeito ao reduzido número de participantes e à duração da investigação. É discutível se a introdução de *flipcharts* em si mesmos podem conduzir ou não a resultados escolares melhores e, sobretudo, a maiores crenças de autoeficácia.

Os restantes sete estudos adotaram um carácter não experimental. Marques (2011) aborda uma simulação (*Le Châtelier principle*) no âmbito do equilíbrio químico¹⁰. Tanto a avaliação de professores como alunos relativamente à simulação é positiva nos diversos domínios. Convém esclarecer que se trata de uma simulação disponível em inglês. A autora coloca a hipótese de haver ainda uma certa relutância por parte dos docentes em emitir uma avaliação pedagógica sobre o recurso devido a constrangimentos linguísticos (os quais aliás são reconhecidos por muitos professores e alunos em maior ou menor grau). Se é verdade que importa ter em consideração as competências atuais dos alunos e professores no que diz respeito ao domínio da língua inglesa, convém, em contrapartida, lembrar que estas explorações podem constituir oportunidades de desenvolvimento dessa competência, desde que o desafio se encontre num nível adequado. Em qualquer caso, podem configurar oportunidades de articulação interdisciplinar.

¹⁰ Em apêndice técnico próprio, o leitor poderá consultar a lista de simulações sobre equilíbrio químico identificadas por Marques (2011), de acordo com a classificação proposta por Fonseca (2006).

Moreira (2013) enfatiza que a integração do vídeo antes ou depois da atividade experimental se presta a objetivos pedagógicos distintos. Enquanto a visualização do vídeo antes da prática laboratorial favorece a estruturação dos procedimentos a utilizar, a visualização do vídeo após a prática laboratorial estimula a autoavaliação crítica.

Valério (2012), tal como vimos em projetos desenvolvidos no quadro de outras áreas disciplinares, salienta o caráter gradativo da adesão dos alunos ao projeto de construção de *podcasts* e *vodcasts*. Estaremos, portanto, uma vez mais perante a maturação instrumental. Convém realçar o facto de Valério ter recuperado a grelha de avaliação proposta por Galvão, Reis, Freire e Oliveira (2006) para avaliar os *podcasts* e *vodcasts*. Figueira (2013) utiliza igualmente esta grelha para avaliar o vídeo.

Figueira (2013) refere que o tempo requerido pelo tratamento de informação é uma das principais limitações apontadas pelos alunos. É legítimo questionar se, para os fins pedagógicos estipulados, a atividade não requereu efetivamente trabalho excessivo. Esta questão é tanto mais relevante quanto o nível de investimento e compromisso dos alunos depende em parte da relevância associada ao projeto. Nicolai (2012), centrando a sua atenção no mesmo domínio curricular, ainda relativamente à utilização das *wikis*, salienta, entre outros aspetos, a progressiva adoção de estratégias intragrupo mais colaborativas. Dois pontos merecem especial atenção, neste trabalho. Por um lado, a investigadora articulou as suas aulas com a disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação; por outro lado, solicitou aos alunos que elaborassem critérios para a organização dos elementos químicos aplicação *Popplet*. As dificuldades evidenciadas pelos alunos, ainda que congruentes com a literatura, devem obrigar-nos a refletir sobre a necessidade de estimular de modo mais sistemático (com ou sem recurso às tecnologias) as capacidades de análise, organização e comunicação de informação.

Os demais estudos salientam, sobretudo, o bom acolhimento que as propostas de integração mereceram por parte dos participantes.

Capítulo 4

Conclusões

“Navegavam sem o mapa que faziam”.

Sophia de Mello Breyner Andresen

Em certo sentido, pode dizer-se que estamos à procura de respostas para questões que talvez ainda não consigamos formular claramente. Os retratos alcançados nesta investigação são provisórios e incompletos, mas fornecem indicações pertinentes para quem investiga e ensina sobre o lugar do multi-média no ensino das ciências.

4.1. Marcas sociológicas

Não se deve deixar passar em claro três assimetrias que estão a montante dos resultados mas que podem, em parte, influenciá-los, embora não seja possível definir com rigor de que modo e em que medida. Referimo-nos às assimetrias regionais, à territorialização profissional dos investigadores e à feminização da investigação.

O estudo capta de modo flagrante uma assimetria regional. A maioria das investigações aqui analisadas decorreu na faixa litoral do país. São raros os estudos realizados no interior do país ou no Alentejo. Esta situação merece tanto mais a nossa atenção quanto consideramos que as tecnologias digitais poderiam contribuir, precisamente, para diluir as barreiras e superar os desfasamentos entre as regiões.

A grande maioria dos trabalhos analisados foram desenvolvidos por professores em serviço ou em formação enquanto realizavam o mestrado. A principal vantagem deste ponto de partida diz respeito ao *background* científico-pedagógico que se reflete na estruturação das propostas didáticas. É certo que ensinar ciências exige conhecimento especializado do conteúdo que se ensina. Dito de outro modo, os professores têm de saber ciência para ensinar

ciência, mas o leque de competências que lhes é exigido é mais amplo. Quanto à formação ao nível pedagógico, embora seja sempre possível fazer mais e melhor, as instituições de Ensino Superior nacionais têm procurado adequar a oferta às exigências do sistema educativo. No que diz respeito à formação tecnológica, não nos parece que a solução passe por uma ênfase exclusiva na tecnologia, mas antes tomar as seguintes formas:

- Formação inicial de professores – exposição a modelos de integração do multimédia, o que implica a diversificação de práticas pedagógicas no Ensino Superior.
- Formação contínua de professores – valorização de competências aprendidas em contextos não formais (como é, frequentemente, o caso das competências tecnológicas), capacitando os professores para a articulação intencional de saberes.
- Formação por pares – promoção dos saberes específicos de cada comunidade de práticas, partindo do reconhecimento profissional interpares.

Atualmente, estará cada vez mais fora do alcance do professor desenvolver recursos multimédia com qualidade equivalente à oferta que é disponibilizada na internet ou proposta pelos grupos editoriais. Reconfigura-se, portanto, o papel do professor, assumindo as seguintes formas:

- Conceção, implementação e avaliação de propostas didáticas a partir do multimédia existente.
- Integração de equipas multidisciplinares associadas ao ciclo de desenvolvimento, aplicação e avaliação de novos recursos de multimédia.

A maioria dos estudos são realizados por autores do sexo feminino (cerca de 70%). Este efeito de feminização desaparece completamente (e quase se inverte) no que diz respeito às orientações/supervisões nas quais prevalece o sexo masculino (pouco mais de 50%).

Não é possível deixar de olhar com preocupação estes três indicadores. A assimetria regional é naturalmente reflexo de uma outra assimetria. Na verdade, a oferta ao nível do Ensino Superior localiza-se, fundamentalmente, no litoral do país. Urge corrigir esta assimetria, uma vez que a valorização dos docentes se reflete, por sua vez, na qualidade de ensino a que os alunos têm acesso.

A escassez de estudos de cariz multidisciplinar transformou o ensino das ciências com recurso ao multimédia num território praticamente exclusivo dos professores de ciências. Salvaguardando as vantagens que esta situação acarreta, convém convocar outros especialistas para desenvolver e adaptar multimédia para o contexto português. Um exemplo, já dado anteriormente,

diz respeito ao desenvolvimento de multimédia de raiz, em que o papel de *designers* e engenheiros é evidente, mas é possível evocar igualmente o papel dos professores de línguas para a tradução de *software* em língua estrangeira. Este último caso, pode, na verdade, integrar-se em projetos participados pelos alunos em mais do que uma disciplina.

Finalmente, a feminização da investigação sobre multimédia no ensino das ciências enquanto é reflexo da feminização da docência exige uma tomada de consciência social. Se não tivermos em conta que os autores dos estudos sobre multimédia no ensino das ciências são predominantemente mulheres, abre-se espaço para que os preconceitos e estereótipos sexuais – não assumidos de forma explícita – possam influenciar e condicionar as políticas e práticas educativas. Portanto, a clarificação das condições sociológicas de produção científica e de ação educativa contribui decisivamente para uma reflexão que se afigura crucial.

4.2. Tensões e oportunidades de ensino e investigação

A maioria dos trabalhos oferece ao leitor um conjunto de materiais de elevada qualidade. Interessa, por um lado, realçar o elevado número de *propostas didáticas*, isto é, planificações e planos de aula, com recurso ao multimédia e, por outro lado, um conjunto de instrumentos de avaliação que podem ser utilizados tanto no âmbito de investigações científicas *strictu sensu* como no âmbito de projetos e dinâmicas pedagógicas.

Por trás do elevado número de instrumentos de avaliação reside um paradoxo que importa deslindar. Os autores despenderam consideráveis esforços a produzir instrumentos originais, prescindindo, em muitos casos, dos procedimentos de validação de entrevistas, questionários e grelhas de observação, etc. Não se vislumbra uma justificação plausível para este ímpeto produtivo. Efetivamente, há já um conjunto significativo de instrumentos parcial ou completamente validados que podem ser integrados com vantagem nos desenhos de investigação e avaliação. Em parte, esta solução começa a ser já adotada, mas é importante que se torne mais recorrente não só porque liberta os investigadores para outras tarefas, mas também porque deste modo se acumulam evidências acerca dos próprios instrumentos e se criam condições de comparação entre diferentes estudos.

Os autores optam predominantemente por abordagens de carácter não experimental e os indicadores recolhidos são maioritariamente de natureza qualitativa. Há, nesta opção, um outro paradoxo. A sólida formação nas ciências matemáticas, físicas e naturais que, em muitos casos caracteriza os percursos académicos dos professores, poderia levar-nos a antecipar uma preferência pela

recolha e tratamento de dados de natureza quantitativa e de ordem estatística. No entanto, verifica-se, aqui, a mesma predileção por estudos de natureza qualitativa.

Uma explicação admissível poderá estar relacionada com a formação e percurso científico-académico, não dos autores, mas dos orientadores, mas há outras. Não podemos ignorar que para a maioria dos autores se tratará de um primeiro ensaio de investigação. A investigação decorre num curto período de tempo, durante o qual a dedicação dos professores-investigação não é exclusiva. Compreende-se, por isso, que, frequentemente os participantes sejam os próprios alunos do investigador-professor. Trata-se de uma solução que diminui entraves logísticos consideráveis, mas que tem pelo menos uma contrapartida imediata. A utilização das próprias turmas como território de investigação traduz-se em n de pequena dimensão, os quais, por sua vez, requerem um tratamento de ordem qualitativa.

Por ora, queremos salientar sobretudo que a comunidade científico-pedagógica nacional teria muito ganhar com desenhos metodológicos que recorrem a instrumentos previamente aferidos e validados para a realidade nacional (ou que, em alternativa, procedessem à aferição e validação de tais instrumentos), com a introdução de turmas/grupos de controlo, garantido à partida a equivalência dos grupos através de pré-testes. Se, adicionalmente, os autores circunscrevessem com clareza e rigor não só o objeto de estudo como os ganhos em questão seria possível ao cabo de alguns anos recorrer a meta-análises para apurar efeitos e ganhos. O rigor e clareza na definição do objeto ou contexto de estudo é igualmente exigido às investigações de natureza não experimental. Com efeito, a opção por abordagens de carácter dedutivo ou indutivo depende do conhecimento disponível acerca do objeto de estudo. Este relatório, a ter algum mérito para além da identificação de boas práticas pedagógicas com recurso ao multimédia, oferece aos futuros investigadores um mapa ainda incompleto, com manchas escuras e zonas de nevoeiro, mas um mapa do estado da arte resgatado dos documentos que são relegados frequentemente para a obscuridade.

Na grande maioria dos estudos, os alunos realizam trabalhos de grupo. Se alguns autores alegam dificuldades de natureza técnica (*e.g.*, número de computadores disponíveis na sala de aula) e outros de natureza pedagógica (*e.g.*, reconhecimento das vantagens do trabalho em grupo sobre o trabalho individual), muitos outros autores não apresentam uma justificação para a sua opção. Parece-nos, sobretudo, relevante realçar que na grande maioria das investigações não há um enquadramento metodológico claro para a análise do trabalho em grupo. Nestas circunstâncias, o trabalho em grupo constitui uma das principais variáveis contextuais cujo papel conviria esclarecer, sobretudo,

na medida em que um dos argumentos mais recorrentes para a implementação dos media digitais no contexto educativo se prende, precisamente, com a possibilidade de promoção da autonomia e da diferenciação pedagógica. Seria, portanto, relevante incluir nos desenhos metodológicos esta variável, tomando partido do conjunto de indicações que é possível extrair dos trabalhos realizados até à data no contexto nacional.

No conjunto de estudos revistos, há um conjunto elevado de investigações sobre a *Web 2.0*. No futuro, a consolidação desta linha de investigação poderá implicar o envolvimento dos alunos em redes pluriparticipadas. Com efeito, é já possível inserir os alunos em redes de ciência participativa, nas quais os seus projetos não só cumprem objetivos pedagógicos mas também objetivos científicos.

Há ainda pouca investigação realizada acerca de tecnologias ubíquas e móveis. De facto, registámos – para o período em análise – apenas um documento sobre este tema (Delgado, 2013). O acesso móvel à internet e a dispositivos móveis versáteis introduz possibilidades notáveis para o ensino das ciências, mas é necessário que esses se convertam em ferramentas pedagógicas efetivas. Os estudos futuros, portanto, deverão ter em conta as causas e características do *digital divide* (isto é, diferenças de participação na sociedade digital), procurando identificar as possibilidades de intervenção ao alcance da instituição escolar para promover não só o acesso à tecnologia como, sobretudo, a literacia digital dos alunos. Como o próprio autor salienta, estes resultados têm implicações na implementação de iniciativas de *bring your own device* (BYOD).

É, portanto, cada vez mais evidente que a escola não pode apenas esperar servir-se das competências tecnológicas, como se tais competências se desenvolvessem naturalmente, mas tem de promover o seu desenvolvimento através de atividades e projetos relevantes do ponto de vista curricular e social.

Síntese

Condições e marcas sociológicas

- Assimetria regional: a profusão de estudos em Lisboa e no litoral contrasta com a escassez de resultados provenientes das regiões do interior e do Alentejo, sugerindo que a investigação se associa fortemente à localização geográfica das instituições académicas.
- Territorialização profissional: a maioria dos autores dos trabalhos analisados são professores de ciências, sendo que o foco de investigação se deslocou da produção de recursos multimédia para a avaliação de propostas didáticas.
- Feminização: a maioria dos estudos são realizados por autores do sexo feminino, mas o papel de orientação/supervisão é maioritariamente desempenhado por homens, sugerindo a subsistência de desequilíbrios que, a serem ignorados, podem associar-se a visões pejorativas relativamente à qualidade da investigação.

Perspetivas futuras

- Necessidade de aumento do número de estudos comparativos e longitudinais.
- Ênfase privilegiada passará pelas tecnologias ubíquas e móveis (incluindo *bring your own device*).
- Implementação de projetos de ciência participativa.

4.3. Considerações finais

O presente trabalho é de certo modo um trabalho em aberto. Há certamente um conjunto de estudos que terá ficado excluído deste estudo ou porque os repositórios institucionais não os indexaram, ou porque são ainda de acesso restrito. Atendendo, no entanto, quer ao considerável número quer à heterogeneidade da proveniência das dissertações de mestrado, teses de doutoramento e dos artigos científicos que incluem o presente *corpus* documental, não é verosímil que a integração de novos trabalhos altere significativamente os padrões e tendências identificados. Na medida em que este exercício se torne mais abrangente e sistemático, será possível compreender o verdadeiro alcance dos atuais resultados. Assim, seria desejável realizar um levantamento semelhante a este com uma periodicidade bianual.

PARTE II

Versão Extensa

Capítulo 1

O multimédia no ensino das ciências

Neste primeiro capítulo, partimos do conceito de multimédia, em sentido lato, para o seu significado pedagógico numa cultura marcadamente digital (secção 1.2). Na secção 1.2, identificamos e apresentamos sumariamente os principais repositórios nacionais de recursos educativos que integram recursos de multimédia para o ensino das ciências. Na secção 1.3., efetuamos uma análise dos dispositivos normativos e legais, procurando compreender o enquadramento dos meios multimédia no ensino das ciências neles propostos.

1.1. Multimédia e ensino na cultura digital

A tecnologia participou sempre do cenário educativo, refletindo e subsidiando as conceções pedagógicas que o inspiram em cada momento socio-histórico. O multimédia educativo, em particular, está intrinsecamente associado ao contexto tecnológico da cultura digital¹¹ que emergiu e se consolidou durante a segunda metade do século XX.

A integração de múltiplos media (imagem, som, texto, etc.) numa mesma peça constitui a característica fundamental do multimédia¹². De acordo com um de nós (Morais, 2011, p. 41):

“O termo multimédia significa que um programa pode incluir uma variedade de informação proveniente de fontes muito diferentes – como, por exemplo, textos, áudio, imagens (paradas ou animadas), gráficos e vídeos. Um módulo de hipertexto ou de hipermédia possui muitos *links* internos, permitindo que o utilizador selecione as partes do módulo que mais lhe interessam, ou mesmo mover-se facilmente entre diferentes módulos, de acordo com a sua bagagem e os seus interesses, não necessitando de seguir um caminho linear e previamente estabelecido.”

O multimédia educativo, por sua vez, distingue-se pela finalidade pedagógica que orienta a construção de um dado recurso. Neste trabalho, entendemos multimédia educativo, numa aceção lata, como recurso ou ferramenta

¹¹ O leitor interessado encontrará no livro de Gere (2008) um retrato fascinante da emergência e consolidação da cultura digital.

¹² Para uma evolução do conceito de multimédia, veja-se Carvalho (2002).

digital com fins pedagógicos ou passível de ser utilizada com semelhantes finalidades. Se, em alternativa, optássemos por uma definição mais estrita, limitaríamos evidentemente o leque de investigações sobre as quais incide a nossa análise. Preferimos, enfim, partir de um panorama eventualmente marcado pela heterogeneidade do que partir de um panorama que decorresse de uma visão tão estrita de multimédia que pouco ou nenhum eco haveria de investigações realizadas. Deste modo, a nossa análise abrange investigações sobre temas que vão das simulações computacionais às *wikis* (recursos de construção colaborativa na *Web*).

Atualmente grande parte do multimédia está disponível na *Web*, que nos últimos quinze anos se transformou radicalmente. Com efeito, é usual dividir o desenvolvimento *Web* em duas fases: a *Web* 1.0, caracterizada pelas suas atividades relativamente passivas, que estão longe de ser as diversas atividades disponíveis atualmente, e a *Web* 2.0, mais participativa e hoje mais procurada (O'Reilly, 2007). A *Web* 2.0 representa uma mudança de papéis para os utilizadores da internet: de consumidores para criadores de conteúdo (Cormode & Krishnamurthy, 2008). Alguns estudos empíricos sustentam que os utilizadores, em geral, e os professores e alunos, em particular, podem facilmente criar, manipular, colaborar e partilhar o seu trabalho usando ferramentas da *Web* 2.0 (Richardson, 2010; Potts, 2011; García-Martín & García-Sánchez, 2013; Conde et al, 2014; Gunn, 2014; Shin, 2014).

Neste contexto, tem havido algumas tentativas de sistematizar as atividades e as ferramentas da *Web* 2.0. Em 2007, Churches propôs a “Taxonomia Digital de Bloom”. O seu trabalho foi inspirado na “Taxonomia de Bloom” (Bloom, 1956) e na “Taxonomia de Bloom revista” (Anderson & Krathwohl, 2001). A “Taxonomia de Bloom revista” tem como principais alterações face à original “Taxonomia de Bloom” o uso de verbos, em vez de substantivos para cada uma das categorias, e um rearranjo da sequência dentro da taxonomia: recordação, compreensão, aplicação, análise, avaliação e criação. Assim, a “Taxonomia Digital de Bloom” é uma atualização da anterior na medida em que representa os novos comportamentos, ações e oportunidades de aprendizagem emergentes no contexto das tecnologias digitais multimédia. Como refere Churches, (2007, p. 3, tradução nossa) “a Taxonomia Digital não trata de ferramentas e tecnologias, estas são apenas o meio, trata antes do modo de usar essas ferramentas para realizar, recordar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar.”

Nesta linha de ideias também Harris, Mishra e Koehler (2009) referem que a introdução das tecnologias emergentes no processo educativo provoca (ou deverá provocar) mais alterações do que apenas a alteração do tipo de ferramentas a serem utilizadas. Mishra e Koehler (2006) propuseram um referencial teórico para o uso da tecnologia em contexto educativo (com

forte inspiração na formulação de Shulman (1986) do PCK – *Pedagogical Content Knowledge*) designado por Conhecimento Pedagógico-Tecnológico do Conteúdo (TPACK, sigla em inglês para *Technological Pedagogical Content Knowledge*), que enfatiza o facto de que um ensino integrador de tecnologia requer a compreensão das relações sistémicas entre os conteúdos, da tecnologia e da pedagogia (Figura 1, p. 24).

Este referencial teórico para além de focar cada componente – conhecimento tecnológico (TK), conhecimento do conteúdo (CK) e conhecimento pedagógico (PK), sublinha a interação dinâmica entre pares: conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK), conhecimento tecnológico pedagógico (TPK) colocando, depois, os três em contacto no TPACK.

O ensino de um determinado conteúdo, por parte de um professor em contexto de sala de aula, requer fluência e flexibilidade cognitiva em cada domínio e nas relações que se estabelecem entre os domínios, pois só desta forma terá uma visão global da realidade educativa e contribuirá para a efetiva integração e aproveitamento pedagógico das tecnologias em prol do ensino das ciências.

1.2. Os repositórios nacionais

Os repositórios de recursos educativos multimédia transformaram-se nos últimos anos, adaptando-se ao ambiente digital mais participado em que a revisão por pares pode contribuir para a gestão, validação e ampliação sustentada das coleções.

O Portal Mocho (Portal de Ensino das Ciências e de Cultura Científica)¹³, em funcionamento desde 1998, reflete ainda uma lógica de mapeamento de recursos disponíveis na internet que é fundamentalmente dirigida pelos responsáveis do sítio: é do tempo da *Web 1.0*. As possibilidades de ação dadas ao utilizador são escassas. Os recursos encontram-se organizados por secções estáticas e as opções de pesquisa são rígidas. O utilizador, porém, transformou-se progressivamente em potencial contribuinte, isto é, autor ou colaborador dos sítios que visita, inserindo-se com maior ou menor intensidade em comunidades virtuais¹⁴.

A *Web 2.0*, como vimos, funda-se precisamente sobre os princípios de abertura e colaboração. Nos repositórios nacionais de RED, mais recentes, é possível reconhecer estes princípios orientadores. Atendendo aos fins do presente trabalho, são dignos de menção três repositórios: Portal das Escolas, Casa das Ciências e R21, os quais, sumariamente, descrevemos nas próximas linhas¹⁵.

¹³ Acessível em <http://www.mocho.pt>

¹⁴ Sobre os desafios que se colocam à cultura participativa, veja-se Jenkins (2006).

¹⁵ O leitor interessado poderá consultar o apêndice técnico sobre os repositórios de recursos educativos em que encontrará uma descrição mais detalhada das interfaces e possibilidades de pesquisa de cada um.

Portal das Escolas

¹⁶. Acessível em <http://www.portaldasescolas.pt>

O Portal das Escolas¹⁶, com o apoio do Ministério da Educação e Ciência, no âmbito do Plano Tecnológico – Educação (QREN), pretende ser “o sítio de referência das escolas e constitui a maior rede colaborativa em linha da educação em Portugal. O Portal das Escolas destina-se às comunidades educativas da Educação Pré-Escolar e dos ensinos Básico e Secundário, designadamente a docentes, a alunos, a pais e a encarregados de educação e a não docentes.” (Portal das Escolas, 2015)

Trata-se de um repositório que disponibiliza RED garantindo “o acesso a milhares de RED de qualidade, em todas as áreas curriculares, adaptados à utilização em sala de aula em Portugal. Para além de acederem, partilharem e utilizarem os RED disponíveis no Portal das Escolas, os professores podem disponibilizar no Portal os recursos educativos da sua autoria. A integração do repositório de RED do Portal com o Banco Europeu de RED [através da plataforma *learning resources center*] garante ainda o acesso das escolas a milhares de RED internacionais.” (Portal das Escolas, 2015)

O repositório procura ainda validar os RED indexados através de um conjunto de professores especialistas em cada uma das áreas de acordo com os seguintes critérios: (a) erros científicos; (b) problemas de carácter linguístico; (c) preconceitos ou estereótipos de género, ou conteúdos que incitem à violência; (d) desrespeito pelo direito de autor e propriedade intelectual. Os RED validados são identificados com um ícone próprio (círculo verde com a letra v maiúscula de cor branca).

Casa das Ciências

¹⁷. Acessível em <http://www.casadasciencias.org>

A Casa das Ciências¹⁷ é um projeto apoiado pela Fundação Calouste Gulbenkian, que teve início em 2009. Trata-se de “um portal para professores de Ciência, (...) integrador e amplificador dos esforços atuais na utilização das tecnologias no processo de ensino e de aprendizagem feitos por agentes muito diversos cujos resultados se encontram dispersos. Este portal visa dar visibilidade e utilidade aos esforços de muitos docentes, reconhecendo-lhes o mérito que efetivamente têm, transformando-se num sítio *Web* de referência para todos os professores de Ciência em língua portuguesa” (Casa das Ciências, 2015).

Este repositório aberto agrega RED de ciências propostos pelos coordenadores do projeto ou submetidos pelos utilizadores e validados por quatro peritos (dois para avaliação científica e dois para avaliação educacional) (Casa das Ciências, 2011).

De realçar que, desde a sua fundação, o sítio organiza um concurso para distinguir os melhores RED submetidos ao repositório. A ficha de cada recurso

contempla as seguintes indicações: título, descrição, nível de interatividade, categorização, unidade didática, palavras-chave, autor do envio, data de submissão, publicação, número de descarregamentos, comentários e ferramentas de partilha. O utilizador pode ainda conhecer a apreciação de outros utilizadores do sítio através do sistema de votação por estrelas (uma a cinco) bem como expressar a sua avaliação, seja através da votação seja através dos comentários. Quando se trata de um material premiado, a ficha técnica indica-o expressamente. É possível ainda consultar uma ficha mais pormenorizada dos recursos em causa que inclui, por exemplo, a indicação de sítios que lhe estejam associados e de outras observações.

R21 (Centro de Competência Entre Mar e Terra)

O portal R21 – Conteúdos para o Século XXI¹⁸ resulta de uma iniciativa da Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas (ERTE) e do Centro de Competência Entre Mar e Terra (CCEMT). Trata-se de um repositório de acesso aberto que agrega RED submetidos pelos utilizadores e disponibilizados, após aprovação pelo administrador.

¹⁸. Acessível em <http://r21.ccems.pt/>

A ficha técnica do recurso, que poderá estar mais ou menos completa, contempla as seguintes secções: título, disciplina, tema, subtema, ano de escolaridade, tipologia, objetivos, tempo, interatividade, *software*, condições de uso, tipo, tamanho, número de descarregamentos, data, autor e *email* do autor. O utilizador pode consultar e participar na classificação do recurso através de uma escala de 10 pontos e consultar ou expressar comentários sobre o recurso em causa.

No Quadro 2 apresenta-se uma síntese das principais características dos repositórios atentando a quatro categorias: pesquisa, ficha técnica, validação de recursos e participação dos utilizadores na avaliação da qualidade dos recursos. Conforme se pode verificar, o *Portal das Escolas* é o repositório que oferece mais possibilidades de pesquisa, as quais, no entanto, não se traduzem em especiais ganhos para o utilizador, atendendo ao carácter redundante de parte dos campos incluídos. O R21, em contrapartida, é o repositório que contempla menor número de possibilidades. Na ficha técnica, tanto o *Portal das Escolas* como a Casa das Ciências são mais exigentes e integram um maior número de campos. Se os três repositórios permitem que o utilizador participe na classificação da qualidade dos recursos, apenas o *Portal das Escolas* e a *Casa das Ciências* dispõem de mecanismos de validação por especialistas. Neste capítulo, o *Portal das Escolas* explicita os critérios utilizados e identifica o recurso validado com um ícone.

Quadro 2. Síntese das principais características dos repositórios analisados

		Portal das Escolas	Casa das Ciências	R21
Pesquisa	Título			
	Ano de escolaridade			
	Área curricular			
	Etiquetas			
	Identificador			
	Idioma			
	Nome dos contribuidores			
	Data do contributo			
	Tipo de recurso			
	Público-alvo,			
	Conteúdo			
	Idade aproximada do público-alvo			
	Licenciamento			
	Estado de publicação			
	Categoria e palavra-chave			
	Google			
	Premiados ou submetidos por membros			
Ficha técnica	Título			
	Descrição			
	Palavras-chave			
	Tipo de interatividade			
	Nível de interatividade			
	Densidade semântica			
	Dificuldade			
	Idade do público-alvo			
	Tempo de aprendizagem			
	Tipo(s) de recurso educativo			
	Nível(eis) de escolaridade			
	Público(s)-alvo			
	Área(s) curriculares			
	Tamanho			
	Versão			
	Suporte			
	Requisitos técnicos			
	Formatos			
	Tempo			
	Contribuidores			
	Data de publicação			
	Número de <i>downloads</i>			
	Site			
Licenciamento				
Validação dos recursos	Especialistas			
	Explicitação dos critérios			
Participação dos utilizadores na classificação da qualidade dos recursos	Ícone de validação			

Vale ainda a pena referir que a Direção-Geral de Educação faculta, em sítio *Web* próprio¹⁹, um conjunto de multimédia educativo diversificado que inclui material dirigido ao ensino das ciências (ClicMat e Ciências Físicas e Naturais).

¹⁹ Acessível em <http://www.dge.mec.pt/recursos-multimedia-online>.

Os principais grupos editoriais portugueses (nomeadamente a Porto Editora, através da plataforma *Escola Virtual*, e o grupo LeYa, através da plataforma *20 – Aula Digital*) não têm sido indiferentes à necessidade de criar multimédia específico para o ensino das ciências. A utilização dos recursos depende de registo prévio.

1.3. Dispositivos normativo-legais

A legitimação sociopolítica tem sido identificado como um fator fundamental para a adoção de práticas de integração das tecnologias de informação e comunicação em contexto pedagógico. Isto é, em boa verdade, válido para todo e qualquer processo de inovação. A escola como instituição aberta e promotora da mudança, tomando a experiência como base de reflexão, necessita de um enquadramento normativo e legal claro e favorável.

Por conseguinte, torna-se relevante rever em que medida as práticas pedagógicas baseadas em RED se encontram consagradas nos dispositivos normativos e legais que incidem especificamente no ensino das ciências na escolaridade básica e secundária, a saber: os programas, as metas curriculares e as orientações.

As recentes Metas Curriculares do Ensino Básico (5.º ao 8.º ano) de Ciências Naturais (Bonito *et al.*, 2013) e do 9.º ano não fazem qualquer referência. No entanto, as mais antigas e entretanto desatualizadas Orientações Curriculares do 3.º Ciclo do Ensino Básico de Ciências Físicas e Naturais (Galvão *et al.*, 2001) já preconizam a utilização do computador tanto para construir e explorar modelos, estudar por meio de simulações (ecossistemas, atividade vulcânica, teoria cinético-molecular) e comunicar resultados. A este respeito, vale a pena recuperar as palavras do documento de Organização Curricular e Programas de Ciências da Natureza do 2.º Ciclo do Ensino Básico de 1997. Dizem os autores (Ministério da Educação, 1997): “É de importância fundamental o desenvolvimento de capacidades de expressão oral, escrita e gráfica, recorrendo a meios de natureza variada, como textos, painéis, diaporamas, fotografias, banda desenhada, filmes,... As práticas, centradas na exploração desde documentos, podem ser enriquecidas com o emprego de técnicas modernas. Existe, hoje em dia, uma grande variedade de programas de computador (...) Estes novos recursos podem constituir processos facilitadores da ação pedagógica...” (p. 187). Estávamos em 1997 e, hoje, haverá quem tenha dificuldade

em saber exatamente o que é um diaporama, mas compreendemos o sentido pedagógico do texto e, mais ainda, a sua atualidade

Nas recentes metas curriculares de Ciências Físico-Químicas do 3.º Ciclo (Fiolhais, *et al.*, 2013), reconhece-se a possibilidade de integração de programas de computador, em duas ocasiões: para comparar intensidades e alturas de sons e identificar sons complexos. Nos anteriores Programas de Física e Química do 10.º ano (Caldeira & Martins, 2001) e de 11.º ano (Caldeira & Martins, 2003), encontram-se referências à utilização dos computadores no laboratório, às calculadoras gráficas, à exploração de simulações, havendo uma lista de sítios na internet sugeridos na bibliografia. No atual programa de Física e Química A do ensino secundário o papel das simulações é valorizado, por exemplo, a respeito do equilíbrio químico: “As simulações computacionais podem ser uma ferramenta útil para visualizar a natureza dinâmica do equilíbrio químico” (Fiolhais, Festas, & Damião, 2014, p. 14).

O Programa de Biologia e Geologia de 10.º ano (Amador, 2001) não só preconiza a utilização do computador, como deixa indicações explícitas de *software* a utilizar, bem como sítios de interesse na internet. Aliás, há uma rubrica própria para o “equipamento multimédia” e para “recursos multimédia”. O laboratório deverá:

“dispor de meios de obtenção de imagem adequados para a recolha de informação em saídas de campo ou outras actividades. Assim, o mais adequado será o recurso a câmaras de vídeo e câmaras fotográficas SLR digitais dispondo de capacidade de teleobjectiva (mínimo 6X) e de macrofotografia. A internet possibilita o acesso, em tempo real, a conteúdos interactivos ricos e relevantes pelo que nos laboratórios de Biologia deverão existir computadores, ligados em rede e à internet, em número suficiente para garantir uma distribuição desejável de dois alunos por posto de trabalho. Nos laboratórios devem existir sistemas de projecção capazes de funcionar com luz ambiente, nomeadamente os que permitem partilha com gravador vídeo ou leitor/gravador DVD” (Amador, 2001, p. 73).

O Programa de Biologia e Geologia do 11.º ano sugere pesquisa na internet e lista alguns sítios úteis (Mendes *et al.*, 2003). O mesmo se verifica nos programas de cada uma das disciplinas no 12.º ano (Amador, 2004; Mendes, 2004).

No Programa de Matemática de 2007 do Ensino Básico (Ponte *et al.*, 2007) há várias referências à utilização do computador e da calculadora. A este propósito lê-se:

“Ao longo de todos os ciclos, os alunos devem usar calculadoras e computadores na realização de cálculos complexos, na representação de informação e na representação de objectos geométricos. O seu uso é particularmente importante na resolução de problemas e na exploração de situações, casos em que os cálculos e os procedimentos de rotina não constituem objectivo prioritário de aprendizagem, e a atenção se deve centrar nas condições da situação, mas a “calculadora e o computador não devem ser usados para a realização de cálculos imediatos ou em substituição de cálculo mental” (Ponte *et al.*, 2007, pp. 9-10)

No final do documento, os autores propõem uma lista de sítios da internet e materiais entre os quais se incluem o *ClicMat*, o *GeoGebra* e o *Scratch*, entre outros.

Do mesmo modo, nos recentes Programa e Metas Curriculares de Matemática para o Ensino Básico, pode ler-se uma advertência sobre a utilização da calculadora (Damião *et al.*, 2013a), a qual é retomada e desenvolvida no programa e metas curriculares de Matemática A

“A utilização da tecnologia não pode, pois, substituir a compreensão conceptual, a proficiência no cálculo e a capacidade de resolver problemas. Assim, os alunos devem dominar procedimentos como operar com polinómios, efetuar representações de gráficos de funções, resolver equações, calcular limites e derivadas sem necessitarem de utilizar recursos tecnológicos (calculadoras, computadores, etc.) que substituam algumas das capacidades matemáticas inerentes a esses procedimentos. Apenas a memorização e a compreensão cumulativa de conceitos, técnicas e relações matemáticas permitem alcançar conhecimentos progressivamente mais complexos e resolver problemas progressivamente mais exigentes” (Damião *et al.*, 2014, p. 28).

Em síntese, o multimédia no ensino das ciências possui um lugar próprio nos dispositivos normativos e legais, encontrando maior destaque nos que foram produzidos no início da década de 2000. Na medida em que os novos programas e as metas curriculares não se alheiam da herança dos documentos anteriores, pode admitir-se que os seus autores não tenham enfatizado com o mesmo vigor as possibilidades de integração do multimédia. Seria, no entanto, desejável incluir subsídios que atualizem as indicações de recursos digitais disponíveis na internet bem como de projetos alargados de ciência participativa²⁰.

²⁰ Por ciência participativa entendemos o envolvimento ativo dos cidadãos nos processos de investigação científica (e.g., através de projetos de investigação participativa). Para uma revisão das tradições teóricas que estruturam a participação do público na investigação científica (em inglês, *PPSR – public participation in scientific research*), veja-se Haywood & Basley, 2014). O multimédia, em geral, e as plataformas na internet, em particular, têm desempenhado um papel central nestas iniciativas.

Capítulo 2

Método

Neste estudo, realizamos uma revisão da literatura visando analisar os contributos de diferentes investigações sobre o tema do multimédia no ensino das ciências, usando as fontes que são do domínio público, e que procuramos organizar de forma a construir uma síntese útil. Em particular, procurámos identificar o maior número possível de trabalhos académicos (dissertações de mestrado, teses de doutoramento e trabalhos publicados em atas dos congressos *Challenges* e *ticEDUCA*) realizados em Portugal nos últimos cinco anos, centrados na utilização de tecnologia educativa no ensino das ciências. Em primeiro lugar, apresentamos o procedimento adotado para seleccionar os documentos que iriam integrar o *corpus* documental (secção 2.1.) e caracterizamos o conjunto de trabalhos seleccionados e que foram objeto de análise nesta investigação (secção 2.2.). Terminamos este capítulo com a explicitação do procedimento de análise de dados (secção 2.3.).

2.1. Procedimento de constituição do *corpus* documental

O *corpus* de análise consiste nas dissertações (ou equivalentes, como relatórios de estágio e, em casos pontuais, trabalhos de projeto e relatórios profissionais), teses de doutoramento e artigos publicados em atas de congressos disponibilizados na internet pelas Universidades e/ou Unidades de Investigação nacionais onde foram realizados.

As fontes documentais a analisar foram recolhidas através do RCAAP. Esta opção revelou-se plenamente adequada aos nossos objetivos uma vez que o repositório tem como propósito “a recolha, agregação e indexação dos conteúdos científicos em acesso aberto (ou acesso livre) existentes nos repositórios institucionais das entidades nacionais de ensino superior, e outras organizações de I&D.” (RCAAP, s/d). Consultaram-se os repositórios digitais de um conjunto representativo de instituições de ensino superior²¹. O levantamento de documentos incidiu também nas atas das edições dos últimos cinco anos dos dois congressos mais relevantes, realizados em Portugal, sobre as tecnologias educativas²².

²¹. Universidade Aberta, Universidade do Algarve, Universidade de Aveiro, Universidade de Coimbra, Universidade de Lisboa, Universidade do Minho, Universidade Nova de Lisboa, Universidade do Porto, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

²². Conferência de TIC na Educação – Challenges 2011; Conferência de TIC na Educação – Challenges 2013; *ticEDUCA*2010; *ticEDUCA*2012; *ticEDUCA*2014.

A identificação e inclusão dos documentos no *corpus* de análise obedeceu aos seguintes critérios:

A. Tema central: tecnologias educativas

B. Área disciplinar: Biologia, Ciências Naturais, Geologia, Física, Matemática, Química

C. Objetivo: conceção e/ou desenvolvimento e/ou avaliação de multimédia educativo

Incluímos os Relatórios de Estágio (*e.g.*, Figueira, 2013) na medida em que relatavam experiências pedagógicas delimitadas no tempo e propósitos, explicitando os procedimentos de avaliação de resultados. Em contrapartida, foram maioritariamente excluídos os relatórios de projeto e os relatórios de experiência profissional, porque geralmente se caracterizam por relatos de ordem reflexiva que não obedecem aos pressupostos do estudo atual, mas poderiam antes ser tomados como ponto de partida para uma análise das atitudes e representações dos professores face ao multimédia. Foram ainda excluídos os estudos que: (i) não decorreram no contexto nacional; (ii) incidiram exclusivamente na formação de professores, (iii) se focavam no acompanhamento/avaliação de professores; (iv) possuíam uma natureza genérica avaliativa, ainda que com ênfase na utilização das tecnologias digitais na educação; ou (v) incidiam no 1.º Ciclo do Ensino Básico ou em Educação especial²³. Do mesmo modo, excluímos os artigos que decorriam manifestamente de trabalhos académicos já incluídos no *corpus* de análise.

²³ Convém esclarecer que este procedimento foi concretizado *a posteriori* quando se verificou que o número de documentos encontrados nestes domínios era diminuto.

Uma vez selecionados os documentos que constituem o objeto de investigação, e dada a impossibilidade temporal de proceder à análise de todos na íntegra, optou-se por centrar a análise essencialmente em quatro elementos:

A. Resumo da dissertação/tese/artigo

B. Capítulo onde se apresenta a perspetiva do ensino das ciências subjacente à investigação realizada

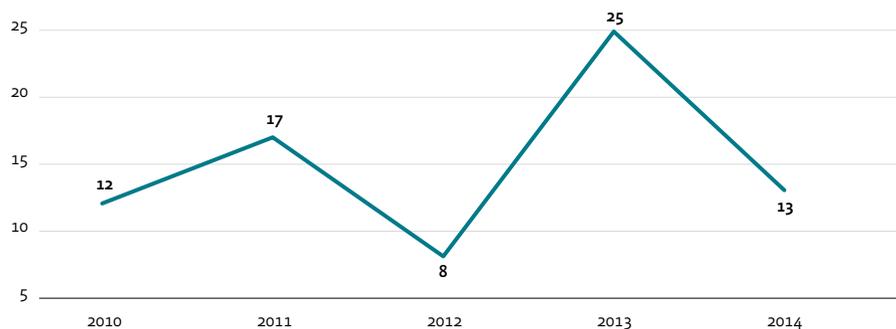
C. Capítulo da apresentação e discussão dos resultados

D. Capítulo final que, em geral, sistematiza as conclusões retiradas, apresenta limitações do estudo e identifica linhas ou temáticas para posterior estudo e desenvolvimento

2.2. *Corpus* de análise

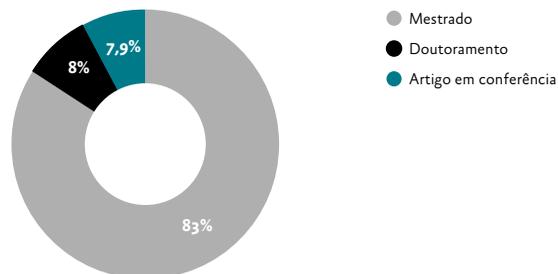
A investigação incidiu num universo de 75 documentos que se distribuem de forma irregular entre 2010 e 2014, registando-se uma produção claramente superior no ano de 2013 (25 trabalhos) e um número inferior em 2012 (8 trabalhos), tal como se verifica na Figura 7.

Figura 7 Distribuição dos documentos por ano



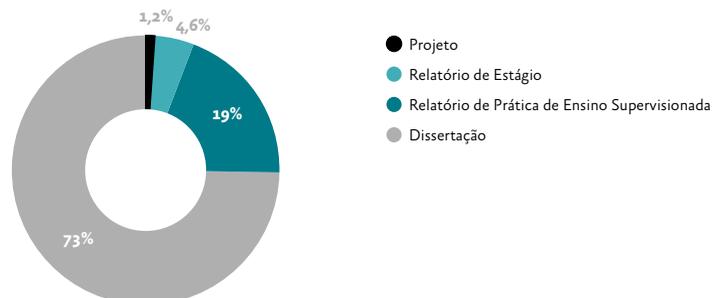
Como se observa na Figura 8, 83% são trabalhos realizados no âmbito de investigações de mestrado, 9% de conferências e 8% de doutoramento.

Figura 8 Contexto de produção dos documentos



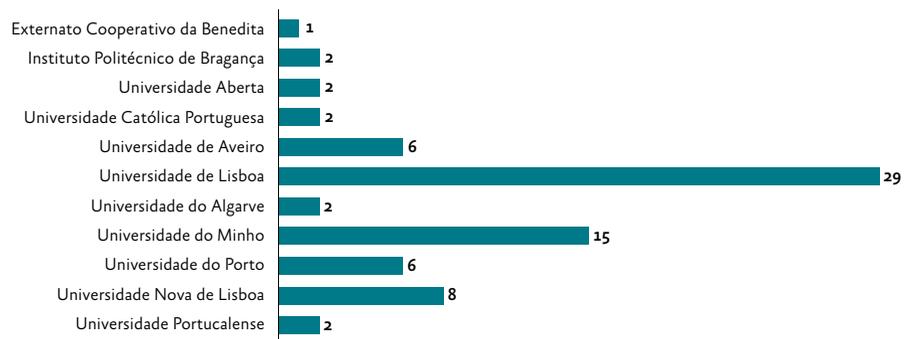
Os documentos elaborados no âmbito de investigações de mestrado equivalem na sua grande maioria, conforme se pode verificar na Figura 4, a dissertações (73%). Os restantes 27% dos trabalhos produzidos consistem em relatórios de prática de ensino supervisionada (19%) relatórios de estágio (6%) e projetos (2%).

Figura 9 Designação dos documentos elaborados para a obtenção do grau de Mestre



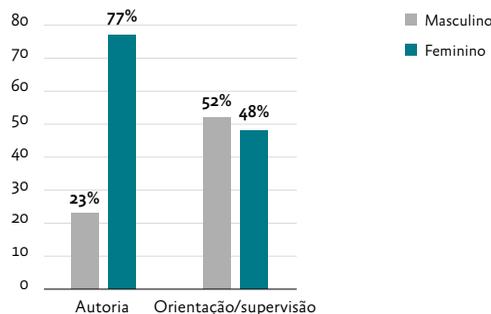
A produção científica, considerando apenas a filiação do primeiro autor, obedece à distribuição apresentada na Figura 10. Todos os autores, exceto cinco, estão filiados em instituições públicas de ensino superior. A Universidade de Lisboa enquadra parte significativa dos trabalhos analisados (29 documentos), seguindo-se a Universidade do Minho (15 documentos) e a Universidade Nova de Lisboa (oito trabalhos). Da Universidade de Aveiro provêm sete documentos e da Universidade do Porto seis. A Universidade do Algarve e o Instituto Politécnico de Bragança registam dois documentos cada. Nas instituições privadas de ensino superior, registamos dois documentos associados à Universidade Portucalense e outros dois à Universidade Católica Portuguesa. Por fim, apenas um autor se associa a um estabelecimento de ensino não-superior.

Figura 10 Distribuição dos documentos por instituição



A Figura 11 apresenta a distribuição dos autores e orientadores/supervisores dos documentos por sexo. Mais de três quartos dos autores são do sexo feminino (77%) e pouco mais de um quinto do sexo masculino (23%). A distribuição altera-se no que diz respeito à orientação/supervisão dos trabalhos em que 52% são orientados por homens e 48% por mulheres.

Figura 11 Distribuição dos autores e orientadores/supervisores dos documentos por sexo



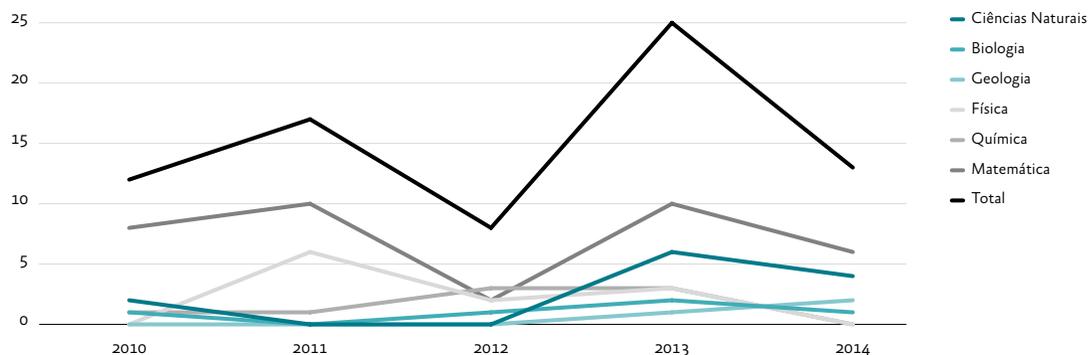
Ainda a respeito da autoria, de entre os trabalhos publicados em atas de congressos que compõem o *corpus* documental sob análise, todos, exceto dois (Carvalho, 2013; Sousa, 2014) são trabalhos realizados em coautoria. O número de autores varia entre 1 (mínimo) e 6 (máximo), situando-se a mediana em 2 (a média é 2,71).

Por contraposição, a maioria dos trabalhos realizados no âmbito de mestrados e/ou doutoramentos possui apenas um orientador. Há doze casos de coorientação.

A Figura 12 apresenta a distribuição dos documentos que constituem o *corpus* de análise por área científica. Na Matemática têm origem cerca de metade dos trabalhos (49%), ao passo que cerca de um quarto provém das Ciências Físico-Químicas (26%) e outro quarto das Ciências Naturais, Biologia e Geologia (25%)

Não nos é possível apurar com rigor as causas subjacentes à irregularidade da distribuição dos documentos por ano já observada na Figura 2. Na medida em que a maior parte dos trabalhos foram realizados no âmbito de mestrado, poderemos questionar se, pelo menos em parte, a distribuição observada decorre das dinâmicas próprias da escolha dos temas de investigação (isto é, estudantes que optam por analisar o multimédia no ensino das ciências nos seus trabalhos de investigação) ou se, pelo contrário, reflete proporcionalmente o número de estudantes inscritos nos cursos de mestrado em questão. Os dados fornecidos na Figura 8, parecem sustentar esta última hipótese, na medida em que observa um padrão de comportamento semelhante nas diversas disciplinas, salvo pontuais exceções, como se verifica no caso de Química no ano de 2012, em que supera a própria Matemática no número de trabalhos produzidos e de Geologia a partir de 2012, em que existe uma trajetória ascendente.

Figura 12 Distribuição dos documentos por ano segundo a disciplina em análise



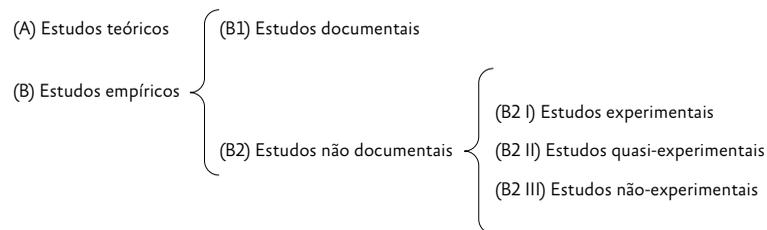
2.3. Procedimento de análise de dados

À semelhança de dois estudos anteriores (Morais, Moreira, & Paiva, 2014a; 2014b), os desenhos metodológicos das investigações incluídas no *corpus* de análise foram classificadas de acordo com a tipologia (Campbell & Stanley, 1966; Cook & Campbell, 1989; Alferes, Bidarra, Lopes, & Mónico, 2009) ilustrada na Figura 13. Convém recordar que excluímos à partida os estudos teóricos (A) e os estudos empíricos de tipo documental (B1). Compreensivelmente, não esperávamos, como se verificou, encontrar estudos de tipo experimental (B2 I). Assim, as investigações foram classificadas em quasi-experimentais (B2 II) e não-experimentais (B2 III).

De forma sucinta, para os fins que aqui importa considerar, uma investigação quasi-experimental consiste numa investigação em que o investigador não é capaz de distribuir os participantes de forma aleatória pelas condições experimentais²⁴. Basta dizer que, nestes casos, os grupos utilizados são, por norma, turmas escolares, isto é, grupos que não foram formados atendendo aos objetivos do estudo. Numa investigação não-experimental, o investigador não tem sequer a pretensão de controlar qualquer variável. Nesse sentido, tipicamente, os estudos não-experimentais assumem uma natureza indutiva que parte de questões de investigação para as quais não se formulam hipóteses de partida. Pelo contrário, os desenhos quasi-experimentais admitem a formulação de hipóteses. Precisamente por estas razões, os estudos de natureza quasi-experimental implicam um tratamento de natureza quantitativa (podendo ser secundados por dados qualitativos), enquanto os estudos não experimentais podem recorrer a dados de natureza quantitativa ou qualitativa (ou, evidentemente, a uma combinação de dados).

²⁴ O leitor poderá consultar os textos clássicos de Campbell e Stanley (1966) ou, alternativamente, Alferes (1997).

Figura 13 Tipologia de desenhos metodológicos (Campbell & Stanley, 1966; Alferes, Bidarra, Lopes, & Mónico, 2009)



Compreende-se, portanto, que tenhamos classificado as investigações segundo o tratamento de dados de acordo com três categorias: (i) *qualitativo*, (ii) *quantitativo* e (iii) *específica dos media digitais*. A inclusão desta última categoria justifica-se na medida em que permite *recortar* o conjunto de técnicas de tratamentos de dados próprios da área de estudo e que contribuem para a sua diferenciação e, conseqüentemente, para a especialização daqueles que a estudam.

As técnicas constituem uma abordagem ao objeto de análise que, à exceção da recolha documental, é operacionalizada por determinados instrumentos. Assim, entendemos (i) a observação, o inquérito e a recolha documental como as principais técnicas de recolha de dados disponíveis. A cada uma delas correspondem instrumentos específicos. A observação pode recorrer, por exemplo, a grelhas de observação, notas de campo e, numa aceção mais lata, a diários de bordo. O inquérito desdobra-se em entrevistas e questionários.

Embora útil, esta tipologia negligencia algumas características fundamentais das técnicas e instrumentos. Como podemos observar no Quadro 3, de Ketele e Roegiers (1993) classificam os instrumentos/técnicas segundo dois eixos: comunicação e acesso aos dados. Assim, se é verdade que a entrevista e o questionário se aproximam na medida em que a comunicação tem necessariamente dois sentidos (participantes da investigação <-> investigador), na observação e na recolha documental a comunicação dá-se apenas no sentido do investigador (autor do documento ou participante da investigação -> investigador). Por outro lado, a entrevista e a observação aproximam-se na medida em que a mediação é *direta*, enquanto o questionário e a recolha documental pressupõem uma mediação *indireta* (isto é, realiza-se por intermédio de um documento). Finalmente, as técnicas/instrumentos têm alcances diferentes no que diz respeito ao acesso aos dados. A entrevista, tipicamente realizada num único cenário, é o instrumento mais limitado no espaço, enquanto a recolha documental é a mais abrangente. Aliás, a recolha documental, no que diz respeito ao tempo, é limitada apenas pela própria extensão temporal dos documentos incluídos. A observação está estritamente limitada ao tempo presente, enquanto a entrevista pode também abranger o passado e o questionário o passado próximo²⁵.

²⁵ Como qualquer tipologia, também esta não está isenta de críticas. É discutível, por exemplo, que, durante observação participante, a comunicação não assuma uma bidirecionalidade ao menos de natureza tácita entre o investigador e o participante da investigação.

Quadro 3. Tipologia de técnicas e instrumentos de recolha de dados
(adaptado a partir de De Ketele & Roegiers, 1993, p. 35)

	Entrevista	Observação	Questionário	Recolha documental
A. COMUNICAÇÃO				
Direção	Bidirecional	Unidirecional	Bidirecional	Unidirecional
Mediação	Direta	Direta	Indireta	Indireta
B. ACESSO AOS DADOS				
No espaço	Muito limitado	Relativamente limitado	Relativamente abrangente	Muito abrangente
No tempo	Concentração dos dados no presente ou, retrospectivamente, no passado	Concentração de dados no presente	Concentração de dados no presente ou, retrospectivamente no passado próximo	Dependente da extensão temporal dos próprios dados

Neste trabalho, procurámos, numa primeira instância, organizar os instrumentos de investigação de acordo com a tipologia de De Ketele e Roegiers (1993), mas rapidamente identificámos três problemas cruciais. Com efeito, os autores dos documentos em análise, neste trabalho, utilizam frequentemente tarefas e testes escolares. Ora, estes instrumentos tanto podem assemelhar-se a um questionário (é o caso da maioria dos testes de conhecimento) como a um documento (é o caso da maioria dos relatórios); são, em todo caso, materiais cujo fim original é educativo e que foram tomados como instrumentos pelo investigador. Por conseguinte, optámos por mantê-los numa categoria autónoma. Do mesmo modo, os dados que provêm de *software* ou de plataformas podem ser considerados como questionários ou documentos. Pelas mesmas razões, portanto, mantivemo-los numa categoria autónoma intitulada de “artefactos digitais”. Esta categoria, aliás, possui particular relevância e produtividade (isto é, dá conta de bastantes ocorrências) (Bardin, 2004), no contexto desta investigação. Finalmente, registamos em categorias distintas os instrumentos associados à observação (isto é, grelhas de observação, por um lado, e registos do observador de carácter mais livre, como notas de campo e diários de bordo ou diários de aula, por outro).

No que diz respeito à classificação das abordagens pedagógicas seguimos a proposta de Bower, Hedberg e Kushara (2010), que as dispõem com base no grau de negociação e produção que lhes estão associadas. Os autores identificam quatro categorias de abordagens pedagógicas:

- Abordagens transmissivas: baseadas na *passagem* de informação para os alunos

- Abordagens dialógicas: baseadas no discurso entre os participantes, recorrendo a exemplos e tarefas, das quais recebem *feedback*
- Abordagens construtivistas: a aprendizagem envolve o desenvolvimento de um produto.
- Abordagens coconstrutivistas: a aprendizagem envolve uma série de passos para o desenvolvimento de um produto por grupos de estudantes.

O Quadro 1 indica a disposição das abordagens pedagógicas de acordo com os eixos em estruturantes.

A operacionalização da tipologia pode exemplificar-se através do ensino por mudança concetual. Com efeito, o ensino por mudança concetual pode ser promovido através de um método expositivo, que se limita à visualização de um vídeo. Se esse vídeo é objeto de discussão na sala de aula, então, o ensino por mudança concetual insere-se numa abordagem dialógica. Se o ensino por mudança concetual implica a realização de uma atividade em que já há espaço para a (re)construção de conhecimento, então, estamos perante uma abordagem construtivista, se o trabalho é individual, e coconstrutivista, se é efetuado em grupo. A tipologia demonstra assim ao mesmo tempo uma simplicidade e rigor que a torna particularmente útil para os nossos propósitos.

Relativamente à classificação do multimédia, optámos por recorrer a uma categorização tão próxima quanto possível das informações originais. Assim, optámos sempre que possível por uniformizar as designações utilizadas pelos diferentes autores (*e.g.*, blogues, em lugar de *blog* ou *blogues*). Em todo o caso, foi necessário utilizar categorias mais latas, como acontece, nomeadamente, nas animações e simulações, porque nenhuma animação ou simulação foi utilizada vezes suficientes para se inserir de forma marcante na síntese que pretendemos oferecer.

O processo de classificação do conteúdo pedagógico dos trabalhos revelou-se relativamente simples porque, tal como os próprios autores das investigações que integram o *corpus* de análise, adotámos os próprios conteúdos programáticos preconizados nos documentos normativos e legais como categorias. Excetua-se, somente, os poucos casos em que as investigações não incidiam sobre temas curriculares ou abordaram uma diversidade tal de conteúdos que se tornava difícil alcançar uma síntese coerentes. Classificamos os primeiros casos de acordo com o tema geral da tese e os segundos como “vários”. Uma nota ainda sobre a classificação do conteúdo pedagógico: naturalmente, mantivemos sempre a autonomia das categorias ainda quando houvesse incoerência entre o tema designado e o ano em que decorreu a investigação (Mendes, 2011).

Capítulo 3

Apresentação e discussão de resultados

Neste capítulo, apresentamos, em primeiro lugar, um retrato das abordagens metodológicas adotadas nas investigações sobre multimédia no ensino das ciências (secção 3.1.); em segundo lugar, damos a conhecer os principais conteúdos e abordagens pedagógicas com tecnologia que foram objeto de investigação (secção 3.2.).

3.1. Retrato metodológico

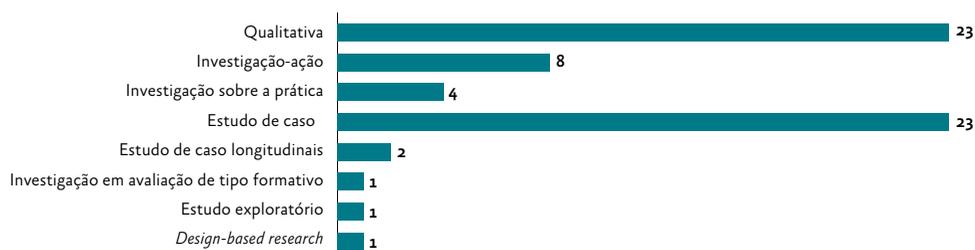
3.1.1. Orientações metodológicas

Como podemos verificar na Figura 10, 84% das investigações recorrem a abordagens não experimentais enquanto 16% recorrem a abordagens quasi-experimentais.

A Figura 14 retrata as classificações atribuídas pelos próprios autores às abordagens metodológicas que classificamos como desenhos não experimentais. A grande maioria dos trabalhos enquadram-se nas categorias de “estudo de caso” (23 documentos) ou “qualitativa” (23 documentos). Nesta última categoria, incluímos todos os documentos que assumiam uma abordagem de natureza qualitativa, descritiva ou interpretativa, sem mais especificação. Registamos ainda a adoção por parte de oito autores de abordagens associadas à investigação-ação. Entendemos preservar a denominação *ipsis verbis* “investigação sobre a prática” (4 documentos), conquanto seja necessário esclarecer que estes estudos em pouco ou nada se diferenciam das abordagens de inspiração qualitativa. O mesmo acontece com as investigações que se definem como “investigação em avaliação de tipo formativo” e “estudo exploratório”. De natureza diferente é o trabalho que adota uma abordagem de *design-based research*²⁶. Pareceu-nos igualmente importante destacar a presença de dois estudos de caso de natureza longitudinal, isto é, estudos de caso em que o mesmo grupo de participantes foram acompanhados durante um período superior a um ano letivo.

²⁶. O leitor interessado encontrará no artigo de Joseph (2004) uma excelente introdução a esta abordagem metodológica, particularmente útil para os cenários educativos com recurso à tecnologia.

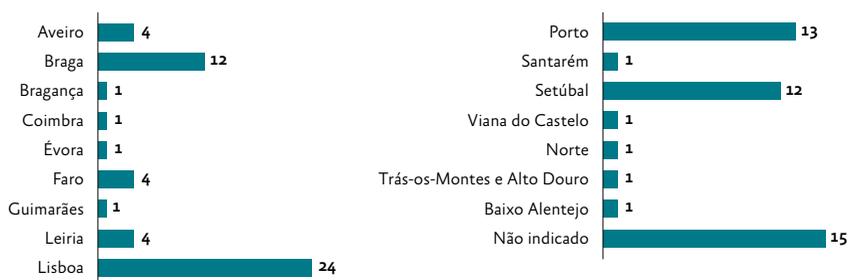
Figura 14 Abordagens não experimentais



3.1.2. Contexto e participantes

A Figura 15 dá-nos a conhecer a distribuição das investigações pelo território nacional. Em 19 documentos, não há qualquer informação relativamente ao distrito em que a investigação decorreu. Cerca de um quarto dos estudos decorreu no distrito de Lisboa (24%); no Porto tiveram lugar 13% das investigações; em Setúbal, tal como em Braga, decorreram 12% das investigações.

Figura 15 Distritos e regiões em que decorreram as investigações

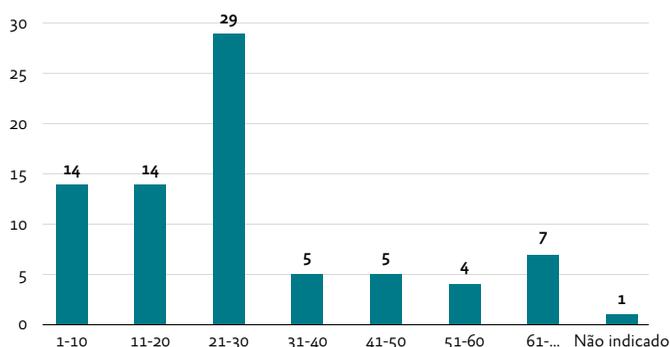


A Figura 3 ilustra a distribuição das investigações pelos diferentes anos escolares. Apenas um estudo não indica em que ano ou ciclo de escolaridade decorreu. Mais de metade dos estudos tiveram lugar no 3.º Ciclo do Ensino Básico (56%), cerca de um terço no Ensino Secundário (34%) e menos de um décimo no 2.º Ciclo do Ensino Básico (9%). Apenas um estudo abrange mais do que um ciclo de ensino (3.º Ciclo de Ensino Básico e Secundário).

A Figura 16 mostra o número de investigações segundo o número de alunos participantes, agrupados em classes de dez, que varia entre 2 (mínimo) e 2862 (máximo). A mediana do número de participantes é de 25²⁷. Como podemos ver, a grande maioria dos estudos não contempla mais de 30 estudantes.

²⁷ Devido à presença de valores extremados (e.g., um estudo possui uma amostra de 2862 alunos), optámos por indicar a mediana em detrimento da média.

Figura 16 Número de participantes das investigações



Apenas três estudos integram uma amostra de professores para além da amostra de estudantes (Pinto, 2014; Aparício, 2013; Marques, 2011)²⁸.

Além de outras razões, relacionadas com as orientações metodológicas acima explicitadas, o tipo e número dos participantes envolvidos nas investigações reflete o facto de a maioria delas decorrerem nas próprias turmas dos investigadores (habitualmente em contexto de mestrado).

²⁸. Convém recordar que excluímos os estudos que não envolviam alunos.

3.1.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Tal como indicámos no capítulo anterior, neste trabalho distinguimos entre técnicas e instrumentos de recolha de dados. As técnicas constituem, portanto, numa abordagem ao objeto de análise que é operacionalizada por determinados instrumentos. Assim, entendemos (i) a observação, (ii) o inquérito e (iii) a recolha documental como as principais técnicas de recolha de dados disponíveis. A cada uma delas correspondem instrumentos específicos. A observação pode recorrer, por exemplo, a grelhas de observação, notas de campo e, numa aceção mais lata, a diários de bordo. O inquérito desdobra-se em entrevistas e questionários. A recolha documental não se desdobra, propriamente, em instrumentos, mas antes está fortemente dependente do conjunto de documentos em que incidirá.

Considerando a diversidade de abordagens metodológicas identificadas, não surpreende que as técnicas e instrumentos de recolha de dados seja igualmente diversificada, como se pode constatar na Figura 17. Os registos do investigador (53 documentos), os questionários (50 documentos), e os testes e outros exercícios escolares (51 documentos) são os instrumentos de recolha de dados mais frequentes. A entrevista (35 documentos) e os artefactos digitais (34 documentos) sobressaem também neste retrato. De forma menos frequente, os autores recorrem a outros documentos (20 documentos) para retratar os participantes e o contexto e recorrem a grelhas de observação (11 documentos) para sistematizar as observações realizadas em sala de aula.

Figura 17 Instrumentos de recolha de dados



O esquema proposto por De Ketele e Roegiers (1993), apresentado no capítulo precedente, permite agrupar de modo mais inteligível os instrumentos identificados.

Os registos do investigador e as grelhas de observação são instrumentos ao serviço da técnica de observação. Com efeito, tendo em conta que todos os estudos se realizaram em cenários naturais e a grande maioria de modo específico em sala de aula, é natural que a observação seja uma técnica privilegiada pelos autores. Além do mais, para a maioria dos autores, enquanto os professores ou aprendizes de professores (no caso daqueles que realizavam à altura da investigação um estágio), a observação afigura-se como uma extensão natural das funções avaliativas do professor e, nesse sentido, uma técnica à primeira vista mais familiar. As grelhas de observação representam um modo de olhar mais dirigido e estruturado, enquanto as notas de campos e os diários de bordo se associam a modos de observação em princípio mais flexíveis e menos orientados. Não obstante, é possível encontrar trabalhos em que ambos os instrumentos coexistem.

Os artefactos digitais e parte dos documentos incluídos na categoria “Testes e outros exercícios escolares” (nomeadamente, os relatórios e os projetos desenvolvidos) incluem-se na técnica de recolha documental. Estes documentos na medida em que foram produzidos no âmbito do estudo distinguem-se da categoria “Outros documentos”, que consistem habitualmente em documentos que não foram produzidos no quadro dos estudos.

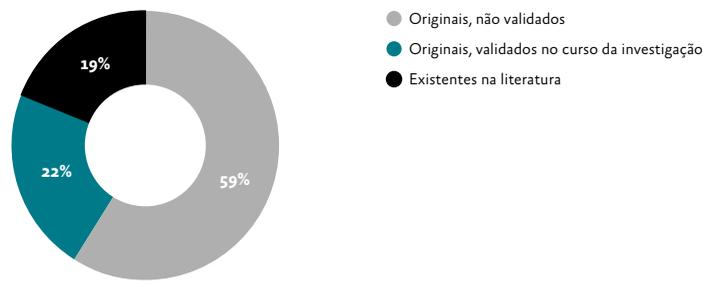
Tanto os questionários como as entrevistas são instrumentos que operacionalizam a técnica do inquérito. Grande parte dos exercícios escolares (testes de avaliação, etc.) podem, com correção, incluir-se nesta categoria²⁹. A maioria dos estudos utiliza um ou outro dos instrumentos, senão mesmo os dois em simultâneo.

Nem sempre os autores deram a devida atenção à validação dos instrumentos de recolha de dados. O questionário mereceu-nos um destaque especial. Mais de quatro quintos (81%) das investigações empregam este instrumento. De acordo com a Figura 18, em cerca de três quintos das investigações não se verificam quaisquer referências ao processo de validação do questionário;

²⁹ Saliante-se, aliás, que, em teoria, a construção de um teste deveria seguir trâmites de validação idênticos aos utilizados na construção de um questionário. Compreende-se, porém, que, ao contrário de um questionário, os testes sejam instrumentos do quotidiano escolar, que têm de ser reconstruídos sucessivamente. Ainda assim, a manutenção de bancos de perguntas que tenha em consideração o nível de dificuldade delas pode contribuir para a construção de testes mais fiáveis.

em pouco mais de um quinto das investigações o processo de validação é explicitado. Estes procedimentos limitam-se frequentemente à validação facial realizada por especialistas e à realização de um teste piloto. Finalmente, menos de um quinto das investigações recorre a instrumentos existentes na literatura (19%).

Figura 18 Origem e validação dos questionários utilizados nas investigações



O panorama é caracterizado pela redundância de produção de raiz que denuncia uma certa insularidade ao nível dos trabalhos de investigação nacionais sobre o multimédia no ensino das ciências. Por outras palavras, aparentemente, os autores não têm em consideração a produção científica dos seus pares, pelo menos, no que respeita aos instrumentos de recolha de dados e, conseqüentemente, produzem *ab nihil* os seus próprios instrumentos, desde os guiões de entrevistas às grelhas de observação e questionários. A profusão de documentos idênticos, mas que na prática apresentam diferenças de operacionalização, por um lado dificulta a realização de estudos de meta-análise e, por outro lado, não contribui para a construção e solidificação de um conjunto de instrumentos validados para determinadas populações.

O Quadro 4 apresenta pormenorizadamente os questionários de carácter não tecnológico que foram ou adaptados ou validados por disciplina no curso das investigações sob análise. Trata-se de um conjunto de oito questionários que inclui instrumentos sobre estilos de aprendizagem (Sousa, 2014), atitudes face a determinadas disciplinas, como a Físico-Química (Oliveira, 1996) e Matemática ou autorregulação de aprendizagem (Pinto, 2014).

Quadro 4. Questionários validados de caráter não-tecnológico utilizados nas investigações

Autor	Disciplina	Autoria	Questionário(s) TIC
Marques (2013)	Ciências Naturais	Adaptado	Questionário sobre ativismo (Reis, no prelo)
Ramos (2011)	Física	Adaptado	<i>Test of Understanding Graphs in Kinematics</i>
Monteiro (2013)	Geologia	Adaptado	Escala Coletiva de Desenvolvimento Lógico (ECDL – <i>Échelle Collective du Développement Logique</i>) (Baldy & Paterne, 1979; Marchand, 1994)
Sousa (2014)	Geologia	Adaptado	Vark (Fleming, 2013)
Pinto (2014)	Matemática	Adaptado	Questionário de Autorregulação da Aprendizagem (Rosário <i>et al.</i> , 2010)
Sousa (2013)	Química	Adaptado	Questionário de atitudes de autoeficácia na disciplina de Ciências Físico-Químicas (Oliveira, 1996)
Ferreira (2012b)	Física	Original	Questionário de percepções dos alunos sobre o ensino e aprendizagem da Física, nas aulas de Ciências Físico-Químicas
Pinto (2014)	Matemática	Original	Questionário de autoeficácia em Matemática (QAE)

O Quadro 5 apresenta 26 questionários de caráter tecnológico que foram adaptados ou validados contexto das investigações sob análise. Como podemos observar, há uma profusão de instrumentos (construídos de raiz) que procuram caracterizar as atitudes e práticas face às Tecnologias de Informação e Comunicação.

Quadro 5. Questionários validados de caráter tecnológico utilizados nas investigações

Autor	Disciplina	Autoria	Questionário(s) TIC
Leibovitz (2013)	Ciências Naturais	Adaptado	Questionário de competências e de opinião (a partir de Leite, Dourado & Esteves, 2010; Vieira, 2007)
Ramos (2011)	Física	Adaptado	COLLES (Questionário Construtivista sobre Ambientes <i>On-line</i> de Aprendizagem)
Monteiro (2013)	Geologia	Adaptado	Escala de Atitudes relacionadas com o computador e a Internet (Liaw, 2002; Miranda e Jorge, 2005; Lúzio, 2006; Fernandes, 2006; Jorge, 2011);
Monteiro (2013)	Geologia	Adaptado	Utilização do computador e da Internet (Lúzio, 2006)
Monteiro (2013)	Geologia	Adaptado	Questionário sobre <i>e-portfolios</i> (EPSP) (Ritzhaupt, Singh, Seyferth, & Dedrick, 2008)
Gonçalves (2011a)	Matemática	Adaptado	Utilização da tecnologia na aprendizagem da Estatística (Roa, Correia e Fernandes, 2009).
Carvalho (2013)	Matemática	Adaptado	Questionário de relação com a Matemática, tipo de utilização e grau de frequência do uso do computador pessoal e da internet (a partir de Carrilho, 2006; Inácio, 2006; Almeida, 2010)
Almeida (2010)	Matemática	Adaptado	Questionário de atitudes face à <i>Web 2.0</i> e matemática (a partir de Carrilho, 2006; Morais, 2006)
Caldas (2011)	Matemática	Adaptado	Questionário baseado em escala de desempenho em tecnologias para estudantes (Joly & Martins, 2006)
Magalhães (2014)	Biologia	Original	Questionário sobre uso do computador e da internet
Magalhães (2014)	Biologia	Original	Questionário de autoavaliação de competências de comunicação/motivação
Magalhães (2014)	Biologia	Original	Questionário de opinião sobre o ensino da Biologia e Geologia com o uso das TIC

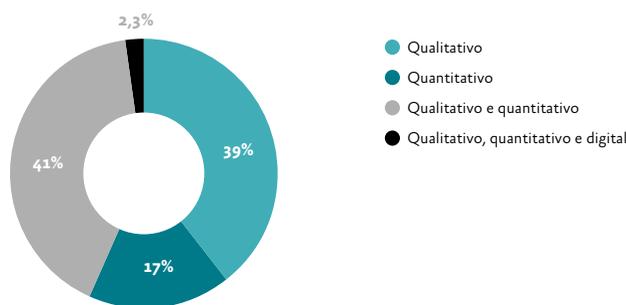
Autor	Disciplina	Autoria	Questionário(s) TIC
Delgado (2013)	Ciências Naturais	Original	Questionário de opinião
Costa (2014)	Ciências Naturais	Original	Questionário de Perspetivas de alunos do 2.º Ciclo acerca do Ensino das Ciências e da Utilização das TIC
Costa (2014)	Ciências Naturais	Original	Questionário referente a situação-problemas
Cruz (2013)	Física	Original	Questionários de caracterização das TIC
Cruz (2013)	Física	Original	Questionário de opinião sobre atividade
Gonçalves (2014)	Geologia	Original	Questionário TIC e de atividade
Azevedo (2013)	Matemática	Original	Questionário sobre atitudes face às <i>wikis</i> e TIC
Cadavez (2013)	Matemática	Original	Questionário de utilização do <i>software</i> Geogebra no ensino da Geometria
Nogueira (2010)	Matemática	Original	Questionário de opiniões face a TIC e matemática
Fernandes (2011)	Matemática	Original	Questionário de caracterização, TIC e matemática
Freitas (2011)	Matemática	Original	Questionário de caracterização e de interesse e motivação
Freitas (2011)	Matemática	Original	Questionário de opinião da <i>Webquest</i>
Lopes (2010)	Matemática	Original	Questionário de atitudes face a TIC e matemática
Lopes (2010)	Matemática	Original	Questionário de opinião sobre <i>enhanced podcasts</i>

Seria, portanto, de todo desejável que este legado fosse tido em consideração pelos futuros investigadores, para que a redundância não alastre e para que se acumulem as evidências relativamente não só ao objeto de estudo mas também ao modo como a informação é obtida, uma vez que boa parte da confiança que podemos depositar nos estudos depende precisamente do rigor metodológico.

3.1.4. Análise de dados

Na Figura 19, podemos observar as técnicas de tratamento de dados identificados nos estudos que compõem o nosso *corpus* de análise. Em 44% das investigações, os autores recorrem a uma combinação de técnicas. A combinação predominante consiste no recurso a técnicas de natureza qualitativa e a técnicas de natureza quantitativa (41%). Menos frequentemente, os autores recorrem a combinações entre técnicas de natureza qualitativa e quantitativa conjuntamente com técnicas específicas das investigações sobre *media* digitais (3%). Não obstante, cerca de 38% dos trabalhos analisados recorrem exclusivamente a técnicas qualitativas e 17% a técnicas exclusivamente quantitativas.

Figura 19 Análise de dados



Procedendo a uma análise discriminada das técnicas identificadas, constatamos que as técnicas de natureza qualitativa consistem ou em “análises de conteúdo”, com maior ou menor estruturação prévia das categoriais, ou em descrições tão diretamente ligadas ao documento que suscita a leitura (*e.g.*, explicitação do teor presente num dado registo de resolução de problemas de um participante). Apenas em dois trabalhos houve recurso a programas de apoio ao tratamento qualitativo, num caso o WeftQDA e num outro o NVivo. Quanto ao tratamento de dados de natureza qualitativa, na grande maioria dos trabalhos, os autores apresentam estatísticas descritivas, se não mesmo simples frequências. O Excel é o programa mais utilizado, enquanto o *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) sustenta as análises que recorrem a estatísticas inferenciais ou de caráter psicométrico.

Não obstante a escassa presença das técnicas específicas dos *media* digitais entre as investigações analisadas, parece-nos relevante identificar em que consistem. A construção de corpo de conhecimento que congrega diferentes tradições e disciplinas faz-se também na medida em que se lhe reconhece especificidade e em que esta se objetiva numa paleta de técnicas e instrumentos próprios³⁰. Assim, dois estudos recorrem a *software* de análise de redes sociais (nomeadamente, Ucinet 6.0 associado ao Netdraw; MyFnetwork).

³⁰. Remetemos o leitor para um número especial do *Journal of Broadcasting & Electronic Media* (Burgess, Bruns, & Hjorth, 2013) exclusivamente dedicado aos métodos de investigação em *media* digitais.

3.2. Retrato tecnológico-pedagógico-de-conteúdo

Após uma análise pormenorizada das características metodológicas das investigações sob análise, nesta secção abordámos o seu objeto de estudo. Como referente teórico, recorreremos à teoria de “conhecimento tecnológico e pedagógico de conteúdo” (Mishra & Koehler, 2006) explorada no primeiro capítulo deste relatório. Trata-se, portanto, não só de reconhecer a especificidade do conteúdo na ação pedagógica (Shulman, 1986) como também a especificidade

do conteúdo na ação pedagógica apoiada pela tecnologia (Mishra & Koehler, 2006; Donnelly, McGarr, & O'Reilly, 2011).

Para cada disciplina, procuraremos, portanto, identificar (i) a tecnologia utilizada; (ii) a visão pedagógica subjacente e (iii) os conteúdos abordados, efetuando no final de cada secção uma síntese dos resultados obtidos.

A Figura 5 introduz os principais recursos de multimédia estudados nas investigações sob análise. Trata-se de um conjunto muito diversificado que inclui programas (*e.g.*, *Geogebra*), aparelhos (*e.g.*, calculadora, telemóvel), ferramentas de publicação de conteúdos (*e.g.*, blogues), de partilha colaborativa (*e.g.*, *wikis*), até formatos como vídeo ou *podcasts*. Há exemplos de multimédia construídos especificamente para o ensino das ciências (*e.g.*, simulações) e outros de carácter transversal que foram instrumentalizados pelos professores para fins pedagógicos (*e.g.*, Excel). O multimédia varia ainda a nível da interatividade e abertura. Uns possuem um carácter não interativo (*e.g.*, vídeos, animações), outros um carácter interativo com amplitude variável (*e.g.*, jogos); uns são fechados (calculadora), outros abertos (*wikis*).

Estas características do meio tecnológico foram umas vezes tidas em conta pelos investigadores no desenho da investigação, outras vezes não. As *affordances* do multimédia condicionam, portanto, a intervenção pedagógica (Wallace, 2004). Por exemplo, o recurso a *wikis* ou aos blogues, isto é, a ferramentas colaborativas poderia beneficiar da partilha no espaço público alargado (isto é, ultrapassando as fronteiras da turma e/ou do contexto escolar)³¹.

A Figura 6 dá a conhecer as perspetivas pedagógicas subjacentes às intervenções. Convém recordar, como referimos no capítulo 2, que nem sempre os autores se filiam com clareza numa ou outra tradição pedagógica; nessas circunstâncias, a nossa classificação, baseou-se exclusivamente no desenho pedagógico da intervenção, de acordo com a taxonomia proposta por Bower, Hedberg e Kushara (2010). Ora, como podemos observar, mais de dois quintos das investigações têm características coconstrutivistas (43%), isto é, implicam a construção de um produto final de forma negociada (através de trabalho colaborativo). Aproximadamente um terço das investigações (34%) foram classificadas na perspetiva dialógica, porque, ainda que contemplem a negociação entre os alunos (através de trabalho de grupo), não implicam a realização de um produto que se diferencie claramente de um exercício de aplicação dos conhecimentos. Deparámo-nos ainda com investigações de características transmissivas (16%), que não envolvem nem negociação nem realização de um produto. Finalmente, um conjunto diminuto de trabalhos (7%) foram incluídos na tradição de pedagogias construtivistas que implicam a realização de um produto de modo individual sem negociação com o *outro*.

³¹. Para uma revisão das investigações de tipo quase experimental sobre os ganhos efetivos relacionados com a integração pedagógica das tecnologias da *Web 2.0*, veja-se Hew e Cheung (2013).

Por um lado, fosse por genuína opção do investigador, fosse por limitações de carácter tecnológico relacionadas com os equipamentos disponíveis nas escolas, a maioria das investigações envolveu trabalho em grupo. Assim, parte dos trabalhos acabam por assumir características socioconstrutivistas ou dialógicas. Por outro lado, tanto os dispositivos normativos e legais como os discursos mais correntes sobre a integração pedagógica da tecnologia preconizam o trabalho em grupo. Assim, não nos deverá surpreender o retrato alcançado no que diz respeito às perspetivas pedagógicas subjacentes às investigações.

No entanto, convém salientar que a reflexão pedagógica nem sempre é clara. Isto é especialmente verdade no caso da matemática em que parte dos trabalhos não se filiam em qualquer tradição pedagógica. Por outro lado, frequentemente, a revisão das teorias pedagógicas tem apenas em consideração os autores fundamentais (*i.e.*, Piaget, Ausubel, Bruner, Vygotsky) e não os resultados de investigações que, embora inspiradas nessas teorias, tenham decorrido em contextos pedagógicos mais específicos do ensino das ciências.

As secções que se seguem, na medida em que determinam para cada disciplina específica, a tecnologia, a perspetiva pedagógica e os conteúdos escolares, concorrem para um mapeamento mais objetivo do território da investigação sobre multimédia educativo no ensino das ciências. A leitura dos resultados terá em consideração o desenho metodológico seguido pelos autores.

3.2.1. Biologia

O presente *corpus* documental inclui cinco investigações realizadas no âmbito disciplinar da Biologia. De acordo com o Quadro 6, o trabalho realizado no 10.º ano (Magalhães, 2010) incide na unidade *Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos*, inspirado numa perspetiva construtivista, através de diversos meios multimédia, com blogues, *Webquests*, *PowerPoint* e vídeo.

Há dois trabalhos realizados no âmbito do 11.º ano, ambos sobre *PBworks*, um *software* de gestão de projeto, segundo perspetivas pedagógicas coconstrutivistas. Um aborda a unidade “Crescimento e renovação celular”; “Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular” e outro a unidade “Mecanismos de reprodução”.

O trabalho realizado no 12.º ano utiliza o Facebook, segundo um modelo coconstrutivista para abordar três unidades curriculares: “Reprodução e manipulação da fertilidade”; “Património genético”; “Imunidade e controlo de doenças conteúdos”.

Finalmente, uma das investigações, realizada no Ensino Secundário (sem especificar o ano escolar), recorre a animações segundo uma tradição coconstrutivista³² para abordar diversos temas curriculares.

³² Esta classificação é discutível. Na realidade os autores assumiram o objetivo de analisar a exploração pedagógica de animações de acordo segundo diferentes abordagens pedagógicas de natureza construtivista.

Quadro 6. Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Biologia

Autor(es)	Ano(s)/Ciclo(s) escolar(es)	Tecnologia	Perspetiva pedagógica	Conteúdos
Magalhães (2014)	10.º ano	Blogues, email, Webquests, PowerPoint, Vídeos	Construtivista	Unidade 1 – 1. Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos
Soares et al. (2013)	11.º ano	Pbworks	Coconstrutivista	Unidade 5 – 1. Crescimento e renovação celular; 2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular.
Faria et al. (2010)	11.º ano	Pbworks	Coconstrutivista	Unidade 7 – 2. Mecanismos de evolução
Minhoto (2012)	12.º ano	Facebook, wikis	Coconstrutivista	Unidade 1 – Reprodução e manipulação da fertilidade; Unidade 2 – Património genético; Unidade 3 – Imunidade e controlo de doenças
Dias & Chagas (2013)	Secundário	Animações	Coconstrutivista	Vários

Tendo presente que todos os trabalhos são de natureza não-experimental, os resultados apresentados pelos autores sublinham os contributos do multimédia para o desenvolvimento das competências de colaboração, de apropriação e construção do próprio conhecimento. Convém salientar que nos estudos de Dias e Chagas (2013) e de Magalhães (2014), os autores referiram que os alunos, conquanto se mostrem favoráveis ao uso do multimédia, o desvalorizam relativamente a outros meios pedagógicos (como os manuais) e às próprias explicações do docente. Este resultado é congruente com a literatura (Kolikant, 2012).

3.2.2. Ciências Naturais

O *corpus* de análise integra oito trabalhos realizados no âmbito das disciplinas Ciências Naturais, tal como podemos observar no Quadro 7.

Um dos trabalhos (Santo, 2013) decorre no 5.º ano e incide num tema não curricular (pesca de arrasto) para envolver os alunos na discussão de controvérsias científicas, através da utilização do blogue, segundo uma perspetiva pedagógica coconstrutivista.

Três investigações tiveram como cenário o 6.º ano de escolaridade. Duas inscrevem-se entre as perspetivas pedagógicas transmissivas, uma abordando o domínio “Processos vitais comuns aos seres vivos”, através da utilização do Quadro Interativo Multimédia (QIM) (Aparício, 2013) e outra abordando vários temas curriculares através de *PowerPoint* (Machado, 2010). A terceira investigação propõe-se tratar o domínio “Processos vitais comuns aos seres vivos (subdomínio: Trocas nutricionais entre o organismo e o meio)”, de acordo com uma abordagem coconstrutivista, através da utilização de *wikis* (Costa, 2014).

Há cinco trabalhos realizados no 7.º ano de escolaridade. Três deles refletem uma perspetiva pedagógica coconstrutivista para o domínio “Terra em transformação” (subdomínio: “Estrutura e dinâmica interna da Terra”) um através do *PowerPoint*, enquanto suporte para um jogo (Carvalho, 2014a); dois através do *GoogleEarth*, como suporte para a realização de visitas virtuais (Reis, 2010; Sousa, 2014). Leibovitz (2013), por seu turno, analisa o domínio: “Terra em transformação” (subdomínio: “Consequências da dinâmica interna da Terra”), também numa perspetiva coconstrutivista, através de *chat* e animações. Finalmente, Carvalho (2013) assume explicitamente uma tradição expositiva (que incluímos nas perspetivas pedagógicas transmissivas) e aborda o tema da Terra em transformação através de *podcasts*.

Há apenas um estudo realizado no âmbito do 8.º ano de escolaridade. Marques (2013) aborda o domínio “Sustentabilidade na Terra” (subdomínio: “Ecossistemas”), através do recurso a vídeos numa perspetiva coconstrutivista.

Duas investigações decorrem no 3.º CEB. Ambas adotam perspetivas coconstrutivistas, ora para tratar conjuntos diversificados de temas curriculares, ora através de ferramentas da *Web 2.0* (Carvalho, 2014b) ora através de telemóveis (Delgado, 2013).

Quadro 7. Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Ciências Naturais

Autor(es)	Ano(s)/Ciclo(s) escolar(es)	Tecnologia	Perspetiva pedagógica	Conteúdos
Santo (2013)	5.º ano	Blogues	Coconstrutivista	Temas transversais e controversos (ex: pesca de arrasto)
Costa (2014)	6.º ano	<i>Wikis</i>	Coconstrutivista	Domínio: Processos vitais comuns aos seres vivos – Subdomínio: Trocas nutricionais entre o organismo e o meio: nos animais
Machado (2010)	6.º ano	PowerPoint	Transmissiva	Vários
Aparício (2013)	6.º ano	QIM	Transmissiva	Domínio: Processos vitais comuns aos seres vivos
Carvalho (2014b)	3.º CEB	GoogleMaps, Weebly, Vocaroo, Pixton, Popplet, Lino)	Coconstrutivista	Vários
Delgado (2013)	3.º CEB	Telemóveis	Coconstrutivista	Vários
Carvalho (2014a)	7.º ano	PowerPoint	Coconstrutivista	Domínio: Terra em transformação; Subdomínio: Estrutura e dinâmica interna da Terra
Sousa (2014)	7.º ano	GoogleEarth	Coconstrutivista	Domínio: Terra em transformação; Subdomínio: Estrutura e dinâmica interna da Terra
Leibovitz (2013)	7.º ano	Chat, Animações	Coconstrutivista	Domínio: Terra em transformação; Subdomínio: Consequências da dinâmica interna da Terra
Reis (2010)	7.º ano	GoogleEarth	Coconstrutivista	Domínio: Terra em transformação; Subdomínio: Estrutura e dinâmica interna da Terra
Carvalho (2013)	7.º ano	<i>Podcasts</i>	Transmissiva	Vários
Marques (2013)	8.º ano	Vídeos	Coconstrutivista	Domínio – Sustentabilidade na Terra; Subdomínio: Ecossistemas

Apenas o estudo de Leibovitz (2013) possui um desenho quasi-experimental. O autor comparou duas turmas com desempenhos acadêmicos e comportamentais distintos. Os resultados alcançados indicam que ambas as turmas melhoraram o seu desempenho, mas sugerem igualmente que, não obstante as evidências favoráveis ao ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas *online*, é ainda necessário mais investigação para compreender se os alunos com melhores resultados ao nível académico e comportamental são ou não mais beneficiados pela inclusão pedagógica de *chat* e animações.

Os restantes estudos são de natureza não experimental. Convém desde já destacar o trabalho realizado Carvalho (2014b), tanto na análise das ferramentas da *Web 2.0* como na criação de materiais pedagógicos, conquanto as conclusões se limitem fundamentalmente às perceções positivas dos estudantes acerca da intervenção. Aliás, essas conclusões são comuns aos demais estudos.

Delgado (2013), num estudo de carácter longitudinal, destaca o carácter gradual da apropriação das tecnologias ubíquas enquanto instrumentos de aprendizagem por parte dos alunos. Carvalho (2014a) refere que os resultados do teste de avaliação sumativa se revelam inconclusivos acerca do efeito da utilização do jogo didático na aprendizagem, salvaguardando, em todo o caso, as suas qualidades e benefícios pedagógicos a outros níveis. Sousa (2014) sublinha que o multimédia pode contribuir para a diversificação das estratégias pedagógicas implementadas pelo docente. Importa ainda reter a advertência de Reis (2010): as visitas virtuais não devem constituir um sucedâneo das visitas *in loco*, mas ser antes alternativas a ponderar consoante os temas curriculares em questão.

3.2.3. Geologia

Neste trabalho, analisámos três investigações realizadas no âmbito disciplinar da Geologia, que compõem o Quadro 8.

Duas das investigações decorrem no 11.º ano. Uma delas aborda o tema “A Terra sólida, os seus materiais e a sua dinâmica (subsistema terrestre sólido)”, segundo uma perspectiva coconstrutivista, utilizando o *Joomla* para a construção de um sítio na internet, e o *Myebook*, para a construção de um livro digital. Outra aborda o tema “A Geologia, os geólogos e os seus métodos”, com uma inspiração dialógica, utilizando um conjunto diversificado de multimédia (blogues, *Hotpotatoes*, jogos, etc.). A terceira investigação analisada decorreu no Ensino Secundário (sem especificar o ano escolar), abordando o tema “Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera”, através do *e-portefólio*, segundo uma perspectiva construtivista.

Quadro 8. Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Geologia

Autor(es)	Ano(s)/Ciclo(s) escolar(es)	Tecnologia	Perspetiva pedagógica	Conteúdos
Monteiro (2013)	Secundário	E-portfolio	Construtivista	Tema III – Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera
Gonçalves (2014)	11.º ano	Joomla, Myebook	Coconstrutivista	Tema IV – A Terra sólida, os seus materiais e a sua dinâmica (subsistema terrestre sólido)
Martins (2014)	11.º ano	Blogues, Moodle, HotPotatoes, Jogos	Dialógica	Tema I – A Geologia, os geólogos e os seus métodos

Dois dos trabalhos são de natureza quasi-experimental. Monteiro (2013) salienta que a construção do *e*-portefólio se revela eficaz na regulação da aprendizagem e contribui para emancipação do aluno (maior autonomia), sendo que o grupo experimental revela atitudes e perceções sobre o uso do computador e da internet mais maduras e favoráveis. Martins (2014) identificou as áreas de subaproveitamento académico sustentando que os RED auxiliam a compreensão dos conceitos estruturantes.

Pelo seu lado, Gonçalves (2014) salienta que a sua intervenção pode promover a aproximação entre a prática pedagógica dos discursos pedagógicos oficiais com base em princípios democráticos.

3.2.4. Física

No Quadro 9 podemos observar os 11 documentos relativos à área disciplinar de Física que constam do *corpus* de análise.

Há três investigações que decorreram no 7.º ano de escolaridade, de entre as quais duas incidem no domínio “Energia” (subdomínio: “Fontes de energia e transferências de energia”), quer, num dos casos, através de *Webquest*, segundo uma perspetiva construtivista (Ferreira, 2012b), quer, noutro caso, através de *wikis*, segundo uma perspetiva coconstrutivista (Nascimento, 2011). A terceira investigação domínio “Espaço” (subdomínio: “A Terra, a Lua e as forças gravíticas”), de acordo com uma perspetiva pedagógica construtivista, através de simuladores das fases da lua (Silva, 2013).

Há apenas um estudo que tem lugar no 8.º ano de escolaridade mas que aborda o domínio “Energia” (subdomínio: “Fontes de energia e transferências de energia”) do 7.º ano de escolaridade, através da utilização de blogues, no quadro de uma perspetiva coconstrutivista (Mendes, 2011).

No contexto do 10.º ano de escolaridade, decorreram três investigações acerca do domínio “Energia e sua conservação” (subdomínio: “Energia, fenómenos térmicos e radiação”), segundo uma perspetiva coconstrutivista, ora

através de *wikis* (Monteiro, 2011), ora através de sensores e calculadora (Neri, 2013), ora ainda através do *software SunnyDesign* (Lima, 2011).

Dos dois estudos que decorrem no 11.º ano, um incide no domínio “Ondas e eletromagnetismo” (subdomínio: “Ondas eletromagnéticas”), segundo uma perspetiva dialógica e através do recurso ao *PowerPoint*, *Moodle* e simulações (Olival, 2011); outra trata do domínio “Mecânica” (subdomínio: “Tempo, posição e velocidade”), de acordo com uma perspetiva construtivista, com recurso ao *software Modellus* (Ramos, 2011).

Registamos ainda duas investigações no 12.º ano, ambas enquadradas na perspetiva coconstrutivista. Uma delas circunscreve-se ao domínio “Ondas e eletromagnetismo” (subdomínio: “Eletromagnetismo”), usando uma plataforma *online* e um software de gestão de dados (*FileMaker*) (Cruz, 2013). A segunda aborda a produção de biodiesel através do *Moodle* (Fânica, 2012).

Quadro 9. Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Física

Autor(es)	Ano(s)/Ciclo(s) escolar(es)	Tecnologia	Perspetiva pedagógica	Conteúdos
Ferreira (2012b)	7.º ano	E-On, Eco-EDP, PORDATA, <i>Webquest</i> , Facebook	Construtivista	Domínio: Energia; Subdomínio: Fontes de energia e transferências de energia
Nascimento (2011)	7.º ano	<i>Wikis</i>	Coconstrutivista	Domínio: Energia; Subdomínio: Fontes de energia e transferências de energia
Silva (2013)	7.º ano	Simulações	Construtivista	Domínio: Espaço; Subdomínio: A Terra, a Lua e as forças gravíticas
Mendes (2011)	8.º ano	Blogues	Coconstrutivista	Domínio: Energia; Subdomínio: Fontes de energia e transferências de energia
Lima (2011)	10.º ano	<i>SunnyDesign</i>	Coconstrutivista	Domínio: Energia e sua conservação; Subdomínio – Energia, fenómenos térmicos e radiação
Monteiro (2011)	10.º ano	<i>Wikis</i>	Coconstrutivista	Domínio: Energia; Subdomínio: Fontes de energia e transferências de energia
Neri (2013)	10.º ano	TI-Nspire-CX, sensores, Lab Cradle, TI – Navigator	Coconstrutivista	Domínio: Energia; Subdomínio: Fontes de energia e transferências de energia
Olival (2011)	11.º ano	<i>PowerPoint</i> , <i>Moodle</i> , Dialógica Simulações		Domínio: Ondas e eletromagnetismo; Subdomínio: Ondas eletromagnéticas
Ramos (2011)	11.º ano	<i>Modellus</i>	Construtivista	Domínio: Mecânica; Subdomínio: Tempo, posição e velocidade
Cruz (2013)	12.º ano	Claronline, <i>FileMaker</i>	Coconstrutivista	Domínio: Ondas e eletromagnetismo; Subdomínio: Eletromagnetismo
Fânica (2012)	12.º ano	<i>Moodle</i>	Coconstrutivista	Temas transversais e controversos

Do conjunto de investigações apresentado, apenas uma se reveste claramente de um carácter quasi-experimental. Ramos (2011) testou o efeito

das tecnologias de informação e comunicação na capacidade de interpretar gráficos e não obteve diferenças significativas entre o grupo experimental (o que recorreu às TIC) e não experimental.

Entre os estudos de carácter não experimental, deparamo-nos frequentemente com análises das atitudes e motivação dos participantes face à intervenção ou face à disciplina em questão (Ferreira, 2012b; Nascimento, 2013). Silva (2013) salienta as dificuldades dos estudantes tanto no acesso aos recursos digitais como na própria realização de tarefas com base nas simulações, as quais vão sendo superadas com o tempo. Mendes (2011) refere que o blogue é aceite como instrumento pedagógico e concorre para a construção de conhecimento declarativo, mas, em contrapartida, os participantes não se mostraram capazes de relacionar conceitos. A participação alargada poderá suscitar a necessidade de *fundamentar* as declarações publicadas se houver um nível adequado de desafio pelo público os trabalhos.

3.2.5. Matemática

A disciplina de Matemática está representada em 37 documentos do *corpus* análise, contemplando todos os anos escolares do 2.º Ciclo do Ensino Básico ao Ensino Secundário, como se observa no Quadro 10.

Um dos trabalhos decorre no 5.º ano de escolaridade, tratando do domínio “Álgebra” (subdomínio: “Sequências e regularidades”), com recurso a *applets*, segundo uma perspectiva pedagógica de inspiração dialógica (Cunha, 2010). No 6.º ano de escolaridade, registamos duas investigações, que adotam perspectivas coconstrutivistas para abordar, num caso, o domínio “Organização e Tratamento de Dados” (Subdomínio: “Representação e tratamento de dados”) (Azevedo, 2013) e, noutro caso, o domínio “Geometria e Medida” (subdomínio: “Isometrias do plano”) (Coelho, 2013).

O 7.º ano forneceu o contexto pedagógico para 10 investigações. De entre estas, quatro dedicam-se ao domínio “Medidas de localização”. Vasconcelos (2012), utilizando ferramentas de produtividade (*Excel*, *Word*) e Vieira e Oliveira (2011), através de blogues, adotam uma abordagem construtivista. Tanto Gonçalves (2011a) como Videira (2011), através do *Excel*, implementam uma estratégia dialógica. Ainda numa perspectiva dialógica, incluímos o estudo de Oliveira (2014) sobre o domínio “Álgebra” (subdomínio: “Equações algébricas”), através de *applets*, bem como o estudo de Ferreira (2012a) que, recorrendo à calculadora gráfica, aborda o domínio “Números e operações”. Finalmente, registamos quatro investigações sobre o domínio “Geometria e medida”. Todas elas se inserem na perspectiva dialógica: três têm em comum a utilização do *Geogebra* (Caldas, 2011; Nunes, 2011), num caso com recurso

também ao QIM (Santos, 2011); a quarta investigação sobre este domínio do 7.º ano faz uso de *applets*.

O mesmo número de investigações (10) têm como pano de fundo o 8.º ano. Todas elas foram classificadas na perspetiva dialógica, exceto a investigação conduzida por Freitas (2011), que adotou uma perspetiva coconstrutivista, abordando o domínio “Geometria e Medida” (subdomínio: “Teorema de Pitágoras”), através de *Webquests*. De entre estas, quatro investigações contemplam, entre outros, o domínio “Álgebra”, através ora do Geogebra e *applets* (Carvalho, 2013), ora somente através de *applets* (Almeida, 2010) ora ainda através do QIM (Oliveira, 2010). Outras quatro investigações debruçam-se sobre a geometria através do *Geogebra*, num caso de modo exclusivo e noutro em combinação com *applets*, segundo uma perspetiva coconstrutivista; num outro caso, também segundo uma perspetiva coconstrutivista, o autor recorre a uma *Webquest* e, no caso, restante, segundo uma perspetiva construtivista, o autor recorre ao hipermédia. Regista-se ainda uma investigação, de inspiração coconstrutivista, que aborda vários temas com recurso a jogos. Duas investigações abordam o domínio “Geometria e medida”, uma recorrendo ao *Geogebra* (Cadavez, 2013) e outra o hipermédia (Pinto, 2014). Duas investigações abordam de modo exclusivo o domínio “Funções, Sequências e Sucessões” (também incluído em algumas das investigações anteriormente mencionadas), através do *Geogebra* (Canário, 2011; Candeias, 2010). Finalmente, há uma investigação que recorre a jogos para explorar um conjunto alargado de temas curriculares (Gonçalves, 2011b).

Há seis investigações que incidem no 9.º ano. Três delas abordam o domínio “Geometria e medida”, de modo exclusivo, recorrendo ao *Geogebra*, isoladamente ou em combinação com o QIM, ora segundo uma perspetiva dialógica, recorrendo ao *Geogebra* isoladamente ou em combinação com o QIM (Fernandes, 2011; Salvador, 2013), ora segundo uma perspetiva pedagógica transmissiva, recorrendo a várias ferramentas (Maneca, 2010). Duas investigações incidem de forma não exclusiva no domínio “Álgebra”, num caso segundo uma perspetiva coconstrutivista, um conjunto alargado de ferramentas (desde ferramentas de produtividade até ferramentas da *Web 2.0* passando pelo *Geogebra*) (Capela, 2013); noutro caso segundo uma perspetiva dialógica com recurso à calculadora gráfica (Mariano, 2013). A restante investigação analisa vários temas através de um conjunto alargado de ferramentas segundo uma perspetiva pedagógica transmissiva (Nunes, 2014).

Uma investigação decorre no contexto do Ensino Secundário, utilizando a calculadora gráfica de acordo com uma perspetiva dialógica. Especificamente no 10.º ano, registamos quatro investigações sobre o domínio “Funções Reais de Variável Real”, uma delas inspirada numa perspetiva coconstrutivista, utilizando GSP em combinação com o *Geogebra* (Nogueira, 2010). Outras duas

segundo uma perspectiva transmissiva, utilizando, num caso, exclusivamente a calculadora gráfica (Rosa, 2013), noutro caso a calculadora gráfica em combinação com o *Geogebra* (Termentina, 2014). A quarta investigação adotou uma perspectiva dialógica com recurso à calculadora gráfica. Há ainda uma investigação no 11.º ano, incidindo nos domínios “Trigonometria e Funções Trigonométricas”, “Geometria Analítica” com recurso a *enhanced podcasts*. Do 12.º ano provém uma investigação que aborda o domínio “Funções Reais de Variável Real” (subdomínio: “Limites segundo Heine de funções reais de variável real”), com recurso ao vídeo, segundo uma perspectiva pedagógica transmissiva.

Quadro 10. Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Matemática

Autor(es)	Ano(s)/Ciclo(s) escolar(es)	Tecnologia	Perspetiva pedagógica	Conteúdos
Cunha (2010)	5.º ano	<i>Applets</i>	Dialógica	Domínio: Álgebra; Subdomínio: Sequências e regularidades
Azevedo (2013)	6.º ano	<i>Wikis</i>	Coconstrutivista	Domínio: Organização e Tratamento de Dados; Subdomínio: Representação e tratamento de dados
Coelho (2013)	6.º ano	<i>Geogebra, italc</i>	Coconstrutivista	Domínio: Geometria e Medida; Subdomínio: Isometrias do plano
Vieira, & Oliveira (2011)	7.º ano	Blogues	Coconstrutivista	Domínio: Medidas de localização
Vasconcelos (2012)	7.º ano	Word, Excel	Coconstrutivista	Domínio: Medidas de localização
Oliveira (2014)	7.º ano	<i>Applets</i>	Dialógica	Domínio: Algebra; Subdomínio: Equações algébricas
Gonçalves (2011a)	7.º ano	Excel	Dialógica	Domínio: Medidas de localização
Trindade (2010)	7.º ano	<i>Applets</i>	Dialógica	Domínio: Geometria e Medida
Caldas (2011)	7.º ano	<i>Geogebra</i>	Dialógica	Domínio: Geometria e Medida
Ferreira (2012a)	7.º ano	Calculadora gráfica	Dialógica	Domínio: Números e Operações
Vieira (2011)	7.º ano	Excel	Dialógica	Domínio: Medidas de localização
Nunes (2011)	7.º ano	<i>Geogebra</i>	Dialógica	Domínio: Geometria e Medida
Santos (2011)	7.º ano	<i>Geogebra, QIM</i>	Dialógica	Domínio: Geometria e Medida
Freitas (2011)	8.º ano	<i>Webquests</i>	Coconstrutivista	Domínio: Geometria e Medida; Subdomínio: Teorema de Pitágoras
Carvalho (2013)	8.º ano	<i>Geogebra, Applets</i>	Dialógica	Domínios: Geometria e Medida, Funções, Sequências e Sucessões; Álgebra
Almeida (2010)	8.º ano	<i>Applets</i>	Dialógica	Domínio: Algebra
Canário (2011)	8.º ano	<i>Geogebra</i>	Dialógica	Domínio: Funções, Sequências e Sucessões; Subdomínio: Gráficos e funções afins
Candeias (2010)	8.º ano	<i>Geogebra</i>	Dialógica	Domínio: Funções, Sequências e Sucessões
Lopes (2014)	8.º ano	Calculadora gráfica	Dialógica	Domínios: Funções, Sequências e Sucessões; Álgebra
Cadavez (2013)	8.º ano	<i>Geogebra</i>	Dialógica	Domínio: Geometria e Medida
Gonçalves (2011b)	8.º ano	Jogos	Dialógica	Vários

Autor(es)	Ano(s)/Ciclo(s) escolar(es)	Tecnologia	Perspetiva pedagógica	Conteúdos
Oliveira (2010)	8.º ano	QIM	Dialógica	Domínio: Álgebra; Subdomínios: Equações incompletas de 2.º grau, Equações literais; Sistemas de duas equações do 1.º grau com duas incógnitas
Pinto (2014)	8.º ano	Hipermédia	Dialógica	Domínio: Geometria e Medida; Subdomínio: Teorema de Pitágoras
Capela (2013)	9.º ano	Moodle, <i>Geogebra</i> , Scratch, Excel, Pordata, GoAnimate, Theemefy, Bubbl.us	Coconstrutivista	Domínios: Geometria e Medida, Funções, Sequências e Sucessões; Álgebra
Salvador (2013)	9.º ano	<i>Geogebra</i>	Dialógica	Domínio: Geometria e Medida
Mariano (2013)	9.º ano	Calculadora gráfica	Dialógica	Domínio: Álgebra; Subdomínio: Equações incompletas de 2.º grau
Fernandes (2011)	9.º ano	<i>Geogebra</i> , QIM	Dialógica	Domínio: Geometria e Medida
Maneca (2010)	9.º ano	<i>Geogebra</i>	Transmissiva	Domínio: Geometria e Medida
Nunes (2014)	9.º ano e Secundário	Vários	Transmissiva	Vários
Consciência (2014)	Secundário	Calculadora gráfica	Dialógica	Vários
Nogueira (2010)	10.º ano	Geomert 's Sckeypad, <i>Geogebra</i>	Coconstrutivista	Domínio: Funções Reais de Variável Real
Mota (2013)	10.º ano	Calculadora gráfica	Dialógica	Domínio: Funções Reais de Variável Real
Termentina (2014)	10.º ano	<i>Geogebra</i> , Calculadora gráfica	Transmissiva	Domínio: Funções Reais de Variável Real
Rosa (2013)	10.º ano	Calculadora gráfica	Transmissiva	Domínio: Funções Reais de Variável Real
Lopes (2010)	11.º ano	Podcasts	Transmissiva	Domínio: Trigonometria e Funções Trigonométricas; Domínio: Geometria Analítica
Anileiro (2013)	12.º ano	Vídeo	Transmissiva	Domínio: Funções Reais de Variável Real; Subdomínio: Limites segundo Heine de funções reais de variável real

Do conjunto de investigações analisadas, seis adotaram um desenho quasi-experimental. Pinto (2014), utilizando uma amostra ampla, estudou o efeito de uma plataforma hipermédia na aprendizagem do teorema de Pitágoras. Os grupos experimentais melhoraram os seus resultados académicos bem como melhoraram nos processos de autorregulação da aprendizagem face ao grupo controlo. Merece ainda atenção o facto de o grupo experimental, que utilizou a plataforma em sala de aula, ter apresentado resultados superiores face ao grupo experimental, que o utilizou fora do contexto de sala de aula.

O estudo conduzido por Azevedo (2013) sugere que a utilização de *wikis* é eficaz na aprendizagem de conteúdos de matemática, tal como as *Webquests* de acordo com Freitas (2011). Segundo Lopes (2010), os alunos com melhor desempenho (notas acima de 14 valores) participaram mais ativamente na produção de *enhanced podcasts* e, posteriormente, utilizaram-nos com maior frequência. O autor sustenta que estes instrumentos se revelaram úteis no apoio ao estudo independente. Os resultados alcançados por Anileiro (2013) indiciam que tanto os vídeos com narrativa como os desafios matemáticos são mais eficazes do que o vídeo direto, mas o tamanho da amostra utilizada levanta reticências à própria autora relativamente à confiança a depositar nos resultados. Do mesmo modo, a operacionalização das variáveis merece-nos algumas reservas.

O único resultado menos favorável alcançado nestes estudos proveio de Cadavez (2013): apesar das perceções positivas dos alunos face à intervenção com o *Geogebra* para a aprendizagem da geometria, o grupo experimental obteve resultados inferiores ao grupo de controlo.

A maioria dos estudos são, portanto, de natureza não-experimental (31 documentos). Merece, desde logo, realce o trabalho realizado por Nunes (2014), que recorreu ao *design-based research* para elaborar um sítio da internet sobre matemática que contava à data mais de 30.000 visitas e que disponibiliza um conjunto alargado de materiais para o apoio da matemática. O próprio autor lamenta o facto de não lhe ter sido possível avaliar o efeito da utilização de tal sítio na aprendizagem.

Uma vez mais, os resultados de um estudo de carácter longitudinal sobre a utilização da calculadora gráfica (Consciência, 2014) demonstram que o processo de génese instrumental é lento e dependente de vários fatores associados ao contexto, tarefa e *background* do estudante. No entanto, é importante salientar que a representação gráfica favorece o desenvolvimento do conceito função, a exploração de situações problemáticas e promove a flexibilidade estratégica na resolução de problemas. A necessidade de maturação instrumental, aliás, ajuda a compreender as observações de Termentina (2014). Num estudo no 8.º ano, a autora refere que, pese embora reconheçam as vantagens da calculadora gráfica, os alunos não a empregam de modo sistemático nem se mostram cientes de como o poderiam fazer. É exatamente nesse sentido que em parte se podem explicar as conclusões de Candeias (2010), acerca do *Geogebra*, quando salienta que os alunos preferem utilizar processos de raciocínio numérico.

Assim, para além das conclusões relativas às perceções positivas dos estudantes, dos ganhos nas competências de colaboração e autonomia, o multimédia específico, ou quando orientado para a aprendizagem de conteúdos científicos por *canais específicos* (quer dizer que não podem ser substituídos, sem perda, por meio não digitais, está associado a um processo de génese

instrumental lento, pelo que o papel do professor assume especial importância enquanto criador de oportunidades de exploração intencional e sistemática que concorram para a sua apropriação crítica por parte dos alunos.

3.2.6. Química

O Quadro 11 indica os oito documentos relativos à área disciplinar de Química, incluídos no *corpus* de análise, relativamente aos quais procederemos a uma análise mais detalhada que as anteriores.

Um dos estudos, conduzido por dois de nós (Morais & Paiva, 2010), trata do domínio “Materiais”, no quadro de uma perspetiva pedagógica transmissiva, através de jogos.

Também inspirado por uma abordagem transmissiva, registamos um estudo no 8.º ano que incide no domínio “Reações químicas” (subdomínio “Explicação e representação de reações químicas”), com recurso ao QIM (Sousa, 2013).

Três dos estudos sobre Química incluídos no *corpus* documental dizem respeito ao 9.º ano. Todos abordam o domínio “Classificação dos materiais (subdomínio: Propriedades dos materiais e Tabela Periódica)”, segundo uma perspetiva coconstrutivista, de entre os quais dois recorrendo a *wikis* (e num caso também ao software *Popplet*) (Figueira, 2013; Nicolai, 2012) e um a *podcasts* e *vodcasts* (Valério, 2012).

No quadro do Ensino Secundário, registamos dois estudos no 11.º ano e um no 12.º ano. De entre os estudos que decorrem no 11.º ano, um debruça-se sobre o domínio “Reações em sistemas aquosos” (subdomínio: “Soluções e equilíbrio de solubilidade”), através de vídeos, segundo uma perspetiva pedagógica dialógica (Moreira, 2013), enquanto outro incide no domínio “Equilíbrio químico”, segundo uma perspetiva transmissiva, com recursos a simulações (Marques, 2011) O estudo que decorreu no 12.º ano, adota uma perspetiva coconstrutivista, para tratar do tema fontes de energia através de animações (Lourenço, 2012).

Quadro 11. Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Química

Autor(es)	Ano(s)/Ciclo(s) escolar(es)	Tecnologia	Perspetiva pedagógica	Conteúdos
Morais & Paiva (2010)	7.º ano	Jogos	Transmissiva	Domínio: Classificação dos materiais
Sousa (2013)	8.º ano	QIM	Transmissiva	Domínio: Reações químicas; Subdomínio: Explicação e representação de reações químicas
Nicolai (2012)	9.º ano	<i>Wikis</i> , <i>Popplet</i>	Coconstrutivista	Domínio: Classificação dos materiais; Subdomínio: Propriedades dos materiais e Tabela Periódica
Valério (2012)	9.º ano	Podcasts, vodcasts	Coconstrutivista	Domínio: Classificação dos materiais; Subdomínio: Propriedades dos materiais e Tabela Periódica

Figueira (2013)	9.º ano	Wikis	Coconstrutivista	Domínio: Classificação dos materiais; Subdomínio: Propriedades dos materiais e Tabela Periódica
Moreira (2013)	11.º ano	Vídeos	Dialógica	Domínio: Reações em sistemas aquosos; Subdomínio: Soluções e equilíbrio de solubilidade
Marques (2011)	11.º ano	Simulações	Transmissiva	Domínio: Equilíbrio químico
Lourenço (2012)	12.º ano	Animações	Coconstrutivista	Domínio: Combustíveis e ambiente

Entre as investigações sobre a integração do multimédia na área disciplinar de Química que compõem o *corpus* de análise, apenas uma possui um desenho quasi-experimental. Sousa (2013) propôs-se analisar os efeitos de um conjunto de RED na aprendizagem do domínio “Reações químicas” (subdomínio: “Explicação e representação de reações químicas”) e nas crenças de autoeficácia dos alunos. No entanto, o grupo experimental não se distinguiu do grupo de controlo. Salientamos que o estudo recorreu aos *flipcharts*. As explicações para a não obtenção de diferenças entre o grupo de controlo e o grupo experimental avançadas pela autora dizem respeito ao reduzido número de participantes e à duração da investigação. É discutível se a introdução de *flipcharts* em si mesmos podem conduzir ou não a resultados escolares melhores e, sobretudo, a maiores crenças de autoeficácia.

Os restantes sete estudos adotaram um carácter não experimental. Marques (2011) aborda uma simulação (*Le Châtelier principle*) no âmbito do equilíbrio químico³³. A avaliação do programa teve em consideração os domínios identificados pelo guião de apoio à avaliação de produtos multimédia (Ramos, Teodoro, Carvalho, & Ferreira, 2005), a saber: (i) domínio pedagógico; (ii) domínio linguístico; (iii) domínio científico; (iv) domínio técnico; (v) domínio dos valores e atitudes. Tanto a avaliação de professores como alunos relativamente à simulação é positiva nos diversos domínios. Convém esclarecer que se trata de uma simulação disponível em inglês. A autora coloca a hipótese de haver ainda uma certa relutância por parte dos docentes em emitir uma avaliação pedagógica sobre o recurso devido a constrangimentos linguísticos (os quais aliás são reconhecidos por muitos professores e alunos em maior ou menor grau). Se é verdade que importa ter em consideração as competências atuais dos estudantes e professores no que diz respeito ao domínio da língua inglesa, convém, em contrapartida, lembrar que estas explorações podem constituir oportunidades de desenvolvimento dessa competência, desde que o desafio se encontre num nível adequado. Em qualquer caso, podem configurar oportunidades de articulação interdisciplinar.

Moreira (2013) enfatiza que a integração do vídeo antes ou depois da atividade experimental se presta a objetivos pedagógicos distintos. Enquanto a visualização do vídeo antes da prática laboratorial favorece a estruturação

³³ Em anexo apêndice técnico, o leitor poderá consultar a lista de simulações sobre equilíbrio químico identificadas por Marques (2011), de acordo com a classificação proposta por Fonseca (2006).

dos procedimentos a utilizar, a visualização do mesmo vídeo após a prática laboratorial estimula a autoavaliação crítica.

Valério (2012), tal como vimos em projetos desenvolvidos no quadro de outras áreas disciplinares, salienta o caráter gradativo da adesão dos alunos ao projeto de construção de *podcasts* e *vodcasts*. Estaremos, portanto, uma vez mais perante a maturação instrumental. Convém realçar o facto de Valério ter recuperado a grelha de avaliação proposta por Galvão, Reis, Freire e Oliveira (2006) para avaliar os *podcasts* e *vodcasts*. A grelha de avaliação do *podcast* compreende os seguintes parâmetros, classificados de um a quatro: i) correção científica; (ii) correção do discurso; (iii) clareza e objetividade; (iv) capacidade de suscitar interesse; (v) criatividade; (vi) gestão de tempo; (vii) utilização da voz. Na grelha de avaliação do *vodcast* não encontramos os critérios (ii) correção do discurso e (vii) utilização da voz, mas em compensação encontramos um parâmetro para a adequação da sequência de imagens que surge em segundo lugar. Figueira (2013) utiliza igualmente esta grelha para avaliar o vídeo.

Figueira (2013) refere que o tempo requerido pelo tratamento de informação é uma das principais limitações apontadas pelos alunos. É legítimo questionar se, para os fins pedagógicos estipulados, a atividade não requereu efetivamente trabalho excessivo. Esta questão é tanto mais relevante quanto o nível de investimento e compromisso dos estudantes depende em parte da relevância associada ao projeto. Por outras palavras, conforme nos recorda Wallace (2004) é fundamental que as *affordances* do multimédia sejam adequadas aos objetivos pedagógicos e, conseqüentemente, às próprias características dos alunos. Nicolai (2012), centrando a sua atenção no mesmo domínio curricular, ainda relativamente à utilização das *wikis*, salienta, entre outros aspetos, a progressiva adoção de estratégias intragrupais mais colaborativas. Dois pontos merecem especial atenção, neste trabalho. Por um lado, a investigadora articulou as suas aulas com a disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação; por outro lado, exigiu que os alunos elaborassem critérios para a organização dos elementos químicos no *Popplet*. As dificuldades evidenciadas pelos alunos, ainda que congruentes com a literatura, devem obrigar-nos a refletir sobre a necessidade de estimular de modo mais sistemático (com ou sem recurso às tecnologias) as capacidades de análise, organização e comunicação de informação.

Os demais estudos salientam, sobretudo, o bom acolhimento que as propostas de integração mereceram por parte dos participantes.

Capítulo 4

Conclusões

Neste último capítulo, propomos uma síntese dos resultados, tendências e padrões identificados (secção 4.1.), um conjunto de boas práticas (secção 4.2.) e algumas perspectivas futuras (secção 4.2.).

4.1. Síntese dos resultados

O presente estudo capta de modo flagrante o aspeto das assimetrias regionais que caracterizam Portugal. A maioria das investigações aqui analisadas decorreu na faixa litoral do país. São raros os estudos realizados no interior do país ou no Alentejo. Esta situação merece tanto mais a nossa atenção quanto consideramos que as tecnologias digitais poderiam contribuir, precisamente, para diluir as barreiras e superar os desfasamentos entre as regiões.

A maioria dos autores dos trabalhos analisados são professores de ciências, sendo que o foco de investigação se deslocou da produção de recursos multimédia para a avaliação de propostas didáticas, notando-se uma certa territorialização da investigação. Estes autores optaram predominantemente por abordagens de carácter não experimental e os indicadores recolhidos são maioritariamente de natureza qualitativa. Há, nesta opção, um paradoxo, cujos motivos será interessante apurar. A sólida formação nas ciências matemáticas, físicas e naturais que, em muitos casos caracteriza os percursos académicos dos professores, poderia levar-nos a antecipar uma preferência pela recolha e tratamento de dados de natureza quantitativa e de ordem estatística. No entanto, verificamos, aqui, a mesma predileção por estudos de natureza qualitativa. As motivações de ordem epistemológica, certamente presentes e importantes, não justificam por completo o retrato metodológico encontrado, o qual, em boa verdade, não se afasta do padrão encontrado na análise da produção científica nacional indexada no *SCOPUS* e na *Web of Science* (Morais, Moreira, & Paiva, 2014a, 2014b).

Uma explicação admissível poderá estar relacionada com a formação e percurso científico-académico, não dos autores, mas dos orientadores, mas há outras. Não podemos ignorar que para a maioria dos autores se tratará

de um primeiro ensaio de investigação. A investigação decorre num curto período de tempo, durante o qual a dedicação dos professores-investigação não é exclusiva. Compreende-se, por isso, que frequentemente os participantes sejam os próprios alunos do investigador-professor. Trata-se de uma solução que diminui entraves logísticos consideráveis, mas que tem pelo menos uma contrapartida imediata. A utilização das próprias turmas como território de investigação traduz-se em n de pequena dimensão, os quais, por sua vez, requerem um tratamento de ordem qualitativa.

Por ora, queremos salientar sobretudo que a comunidade científico-pedagógica nacional teria muito ganhar com desenhos metodológicos que recorrem a instrumentos previamente aferidos e validados para a realidade nacional (ou que, em alternativa, procedessem à aferição e validação de tais instrumentos), com a introdução de turmas/grupos de controlo, garantido a partida a equivalência dos grupos através de pré-testes. Se, adicionalmente, os autores circunscrevessem com clareza e rigor não só o objeto de estudo como os ganhos em questão seria possível ao cabo de alguns anos recorrer a meta-análises para apurar efeitos e ganhos. O rigor e clareza na definição do objeto ou contexto de estudo é igualmente exigido às investigações de natureza não experimental. Com efeito, a opção por abordagens de caráter dedutivo ou indutivo depende do conhecimento disponível acerca do objeto de estudo.

A maioria dos estudos são realizados por autores do sexo feminino, mas o papel de orientação/supervisão é maioritariamente desempenhado por homens, sugerindo a subsistência de desequilíbrios que, se forem ignorados, podem associar-se a visões pejorativas relativamente à qualidade da investigação. Estes resultados são congruentes com os estudos realizados anteriormente a respeito das TIC e do multimédia (Morais, Moreira, & Paiva, 2014a; 2014b) e de outras áreas como é o caso da Psicologia (Alferes, Bidarra, Lopes, & Mónico, 2009).

Na grande maioria dos estudos, os estudantes são organizados em trabalhos de grupo. Se alguns autores alegam dificuldades de natureza técnica (*e.g.*, número de computadores disponíveis na sala de aula) e outros de natureza pedagógica (*e.g.*, reconhecimento das vantagens do trabalho em grupo sobre o trabalho individual), muitos outros autores não apresentam uma justificação para a sua opção. Parece-nos, sobretudo, relevante realçar que na grande maioria das investigações não há um enquadramento metodológico claro para a análise do trabalho em grupo. Nestas circunstâncias, o trabalho em grupo constitui uma das principais variáveis contextuais cujo papel conviria esclarecer, sobretudo, na medida em que um dos argumentos mais recorrentes para a implementação dos media digitais no contexto educativo se prende, precisamente, com a possibilidade de promoção da autonomia e da diferenciação. Seria, portanto, relevante incluir nos desenhos metodológicos esta

variável, tomando partido do conjunto de indicações que é possível extrair dos trabalhos realizados até à data no contexto nacional.

4.2. Boas práticas de investigação e ensino

A maioria dos trabalhos oferece ao leitor um conjunto de materiais pedagógicos de qualidade que não se atêm exclusivamente à utilização do multimédia, mas antes incluem instrumentos de avaliação da aprendizagem e de observação das aulas. Pela nossa parte, interessa-nos realçar o elevado número de propostas didáticas com recurso ao multimédia que estão acessíveis à comunidade pedagógica, bem como os instrumentos de recolha de dados que podem ajustar-se a práticas de investigação científica, mas também a práticas de avaliação de projetos.

Há, ainda assim, um paradoxo que importa deslindar. Por um lado, na grande maioria dos trabalhos, os autores despenderam consideráveis esforços a produzir instrumentos originais. Por outro lado, também na maioria dos trabalhos, os autores não prestaram a devida atenção aos procedimentos de validação dos instrumentos. Se relativamente à entrevista a situação é mais flagrante, não deixa de afetar também os questionários. Não há justificação plausível para este ímpeto produtivo, sobretudo quando implica prescindir da validação dos instrumentos. Tanto no que diz respeito às entrevistas e questionários como às grelhas de observação e testes de conhecimento, é possível identificar na literatura, como neste trabalho aconteceu, um conjunto de instrumentos que podem ser adaptados. Em parte, esta solução começa a ser já adotada, mas é importante que se torne mais recorrente não só porque liberta os investigadores para outras tarefas, mas também porque deste modo se acumulam evidências acerca dos próprios instrumentos e porque se criam condições de comparação entre diferentes estudos (ainda que de pequena dimensão).

Os autores demonstraram colocar especial cuidado na circunscrição dos conteúdos pedagógicos que pretendiam investigar. A delimitação curricular, na verdade, é importante na medida em que sendo os *curricula* extensos não haja dissipação de esforços, mas possam os processos estar sempre ao serviço dos objetivos.

Foi possível identificar projetos de investigação em que os alunos participaram em dinâmicas de coconstrução de multimédia (*e.g.*, *podcasts*, *vodcasts*, *wikis*, etc.). Se é verdade que nem sempre esses projetos foram acompanhados pelo reconhecimento da comunidade alargada, temos também exemplos de um caso em que os trabalhos foram submetidos ao concurso da *Casa das Ciências*, tendo sido premiados com uma menção honrosa. Nunca é de mais enfatizar que a participação nestes concursos concede aos alunos envolvidos o devido reconhecimento pelo trabalho realizado como oferece à comunidade alargada

materiais de apoio de qualidade. A promoção deste concurso anual parece-nos estar entre os principais méritos do portal da *Casa das Ciências*.

4.3. Perspetivas futuras

No conjunto de estudos revistos, há – sinal dos tempos – um conjunto elevado de investigações sobre a *Web 2.0*. A consolidação desta linha de investigação requer a inclusão dos participantes em comunidades alargadas. Implica, ou pode implicar, ainda, outro desafio: a transição da reconstrução do conhecimento para a construção em rede do conhecimento. É hoje possível inserir os estudantes em redes de ciência participativa, nas quais os seus projetos não só cumprem estritamente objetivos pedagógicos mas também objetivos científicos propriamente ditos. Com efeito, parte dos estudos concebem os recursos multimédia como ferramentas de substituição ou expansão de outras práticas. Em si, esta perspetiva não é positiva nem negativa, mas entendemos que o multimédia, atualmente, torna possível integrar os estudantes de ciências em redes alargadas de partilha e construção científica. Valeria a pena também trilhar esse caminho.

Se encontrámos um conjunto significativo de estudos que se debruçam sobre ferramentas que não servem primariamente fins pedagógicos, mas que podem ser apropriadas nesse quadro, como é o caso das *wikis* e *blogues*, verificámos que há pouca investigação realizada acerca de tecnologias ubíquas e móveis. De facto, registámos – para o período em questão apenas um documento sobre este tema (Delgado, 2013). Uma das explicações possíveis pode consistir no trabalho de Carvalho (2015). De acordo com o autor, os professores mostram-se mais pessimistas do que os alunos relativamente à integração das tecnologias móveis. Na amostra em questão, verifica-se que os estudantes têm maior acesso ao *tablet* (63%) do que ao *smartphone* (49%), mas o acesso à tecnologia ainda é uma barreira tecnológica que deve ser tida em consideração uma vez que tanto o acesso ao *tablet* como ao *smartphone* parece estar associado às posses económicas da família do estudante. De facto, entre os estudantes que beneficiam de apoio social (escalão A), cerca de metade não tem acesso ao *tablet* enquanto, entre os estudantes que não beneficiam de qualquer apoio social, a percentagem dos que têm acesso ao *tablet* é duas vezes superior à percentagem dos que não têm. O panorama é ainda mais desequilibrado no que diz respeito ao *smartphone*. Como o próprio autor salienta, estes resultados têm implicações na implementação de iniciativas de *bring your own device* (BYOD). O acesso móvel à internet e a dispositivos móveis versáteis introduz possibilidades notáveis para o ensino das ciências, mas é necessário que esses dispositivos que se associam mais a fins sociais e lúdicos se convertam em

ferramentas pedagógicas efetivas. A escola não pode apenas esperar servir-se deles, mas tem de contribuir para a reconstrução do significado a tais instrumentos bem como contribuir para a sua utilização crítica e social. Os estudos futuros, portanto, deverão ter em conta as causas e características do digital divide (isto é, diferenças de participação na sociedade digital), procurando identificar as possibilidades de intervenção ao alcance da instituição escolar para promover não só o acesso à tecnologia como, sobretudo, a literacia digital dos estudantes.

Notámos ainda que praticamente desapareceu a figura do professor que concebe tecnologia para emergir e se afirmar a figura do professor que cria contextos pedagógicos para a tecnologia. Esta transição, se compreendida pelos agentes políticos e pelas empresas, renova a necessidade de conceber multimédia específico para o ensino das ciências, convocando o contributo pedagógico dos professores nas diferentes fases de desenvolvimento. Essas sinergias podem encontrar-se nos mestrados e doutoramentos ou nas próprias escolas. Em todo caso, o professor-investigador encontraria ainda espaço de atuação na tradução de multimédia, envolvendo os alunos diretamente no processo em colaboração com as disciplinas de línguas estrangeiras.

O presente trabalho é de certo modo um trabalho em aberto por duas razões distintas. Por um lado, há certamente um conjunto de estudos que terá ficado excluído deste estudo ou porque os repositórios institucionais não os indexaram, ou porque são ainda de acesso restrito. Atendendo, no entanto, quer ao considerável número quer à heterogeneidade da proveniência das dissertações, teses e dos artigos que incluem o presente *corpus* documental, não é verosímil que a integração de novos trabalhos altere significativamente os padrões e tendências identificados. Por outro lado, a nossa análise abrange os anos entre 2010 e 2014. Apenas na medida em que este exercício se torne mais abrangente e sistemático, será possível compreender o verdadeiro alcance dos atuais resultados. Assim, seria conveniente realizar um levantamento semelhante a este com uma periodicidade bianual.

Referências

- ALFERES, V. (1997). *Investigação científica em psicologia. Teoria e prática*. Coimbra: Almedina.
- ALFERES, V. R., Bidarra, M. G., Lopes, C. A., & Mónico, L. S. (2009). Domínios de investigação, orientações metodológicas e autores nas revistas portuguesas de psicologia: Tendências de publicação nas últimas quatro décadas do século xx. *Análise Psicológica*, 27(1), 3-20.
- AMADOR, F. A. (Coord.) (2001). *Programa de Biologia e Geologia 10.º ano. Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Ministério da Educação: Departamento do Ensino Secundário.
- AMADOR, F. A. (Coord.) (2004). *Programa de Geologia 12.º ano. Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Ministério da Educação: Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- ANDERSON, L.W., & D. Krathwohl (Eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman, New York.
- BARDIN, L. (2004). *Análise de Conteúdo* (3ª ed.). Lisboa: Edições 70 [orig. francês: *L'Analyse de Contenu*. Paris: PUF, 1977]
- BLOOM, S. (Ed.) (1956) *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, Cognitive Domain*. New York: Longmans, Green.
- BONITO, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., & Rebelo, H. (2013). *Metas curriculares. Ensino Básico. Ciências Naturais. 5.º, 6.º, 7.º e 8.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- BOWER, M., Hedberg J. G., & Kuswara, A. (2010). A framework for Web 2.0 learning design. *Educational Media International*, 47 (3), 177-198
- BURGESS, J., Bruns, A., & Hjorth, L. (2013). Emerging Methods for Digital Media Research. *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, 57(1).
- CALDEIRA, H., & Martins, I. P. (Coords.) (2001). *Programa de Física e Química A, 10.º ou 11.º ano, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- CALDEIRA, H., & Martins, I.P. (Coords.) (2003). *Programa de Física e Química A, 11.º ou 12.º ano, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- CAMPBELL, D. T., & Stanley, J. C. (1966). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago: Rand McNally. (Reprinted from *Handbook of research on teaching*, pp. 171-246, by N. L. Gage, Ed., 1963, Chicago: Rand McNally)
- CARVALHO, A. (2002). Multimédia: um conceito em evolução. *Revista Portuguesa de Educação*, 15(1), pp. 245-268.
- CARVALHO, L. (2015). *Utilização de dispositivos móveis na aprendizagem da matemática no 3º ciclo. Dissertação de mestrado em Tecnologias de Informação e Comunicação*

- na Educação. Departamento de Inovação, Ciência e Tecnologia da Universidade Portucalense.
- Casa das Ciências (2015). *Objetivo do portal*. Acedido a 11 de julho de 2015 a partir de <http://www.casadasciencias.org>
- CHURCHES A. (2007), Edorigami, blooms taxonomy and digital approaches. <http://edorigami.wikispaces.com/Bloom%27s+and+ICT+tools>
- CONDE, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Alier, M., Casany, M. J., & Piguillem, J. (2014). An evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools. *Interactive Learning Environments*, 22(2), 188-204.
- COOK, T. D., & Campbell, D. T. (1979). *Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings*. Boston: Houghton Mifflin.
- CORMODE, G., & Krishnamurthy, B. (2008). Key differences between Web 1.0 and Web 2.0. *First Monday*, 13(6). doi:10.5210/fm.v13i6.2125
- DAMIÃO, H., Festas, I., Bivar, A., Grosso, C., Oliveira, F., & Timóteo, M. C. (Coords.) (2013). Programa de Matemática. Ensino Básico. Ministério da Educação e Ciências.
- DAMIÃO, H., Festas, I., Bivar, A., Grosso, C., Oliveira, F., Timóteo, M. C., Loura, L. (Coords.) (2014). *Programa e metas curriculares de Matemática A*. Ministério da Educação e Ciências.
- DE Ketele, J.-M., & Roegiers, X. (1993). *Metodologia da Recolha de Dados. Fundamentos dos métodos de observações, de questionários, de entrevistas e estudo de documentos*. Lisboa: Instituto Piaget.
- DONNELLY, D., McGarr, O. & O'Reilly, J. (2011). A framework for teachers' integration of ICT into their classroom practice. *Computers & Education*, 57(2), 1469-1483.
- Escola Virtual (2015). *Apoio ao cliente*. Acedido a 11 de julho de 2015 a partir de <http://www.escolavirtual.pt>
- FIOLHAIS, C., Festas, I., & Damião, H. (Coords.). *Programa de Física e Química A – 10.º e 11.º anos. Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias*. Ministério da Educação e Ciência.
- GALVÃO, C., Neves, A., Freire, A., Lopes, A., Santos, M., Vilela, M., & Pereira, M. (2001). Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico. Lisboa: Ministério da Educação. Departamento da Educação Básica.
- GALVÃO, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de Competências em Ciências: Sugestões para professores dos Ensinos Básico e Secundário*. Porto: ASA editores.
- GARCÍA-MARTÍN, J., & García-Sánchez, J. N. (2013). Patterns of Web 2.0 tool use among young Spanish people. *Computers & Education*, 67, 105-120.
- GERE, C. (2008). *Digital Culture*. London: Reaktion Books.
- GUNN, A. A. (2014). Focus on Middle School: Honoring My Students' Names! Using Web 2.0 Tools to Create Culturally Responsive Literacy Classrooms: Detra Price-Dennis, Editor. *Childhood Education*, 90(2), 150-153.

- HARRIS, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393-416.
- HAYWOOD, B. K., & Basley, J. C. (2014). Education, outreach, and inclusive engagement: Towards integrated indicators of successful program outcomes in participatory science. *Public Understanding of Science*, 23(1), 92-106. doi: 0.1177/0963662513494560
- HAZELKORN, E. (Org.) (2015). *Science Education for Responsible Citizenship: Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- HEW, K. F., & Cheung, W. S. (2013). Use of Web 2.0 technologies in K-12 and higher education: The search for evidence-based practice. *Educational Research Review*, 9, 47-64.
- JENKINS, H. (2006.) *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century*, Available at: <http://www.digitallearning.macfound.org/site/c.enJLKQNI FiG/b.2029245/k.C6EC/Library.htm>
- JOSEPH, D. (2004). The practice of design-based research: Uncovering the interplay between design, research, and the real-world context. *Educational Psychologist*, 39(4), 235-242.
- KOEHLER, M., & Mishra, P. (200). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- KOLIKANT, Y. B.-D. (2012). Using ICT for school purposes: Is there a student school disconnect? *Computers & Education*, 59, 907-914.
- MENDES, A. (Coord.) (2003). *Programa de Biologia e Geologia 11.º ano. Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Ministério da Educação: Departamento do Ensino Secundário.
- MENDES, A. (Coord.) (2003). *Programa de Biologia e Geologia 11.º ano. Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Ministério da Educação: Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- Ministério da Educação (1991). *Programa Ciências da Natureza. Ensino Básico 2.º Ciclo. Plano de organização do Ensino-Aprendizagem. Vol. II*. Lisboa: ME/DGEBS.
- MISHRA, P., & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- MORAIS, C. (2011). *Produção, implementação e avaliação de RED para o ensino da Química no 3.º Ciclo do Ensino Básico*. Tese de doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- MORAIS, C; Moreira, L., & Paiva, J. (2014a). Methodological Approaches Used To Study Information and Communication Technologies in Education: A Systematic Review of Literature of the Portuguese Scientific Production in *Scopus* and *Web of Science*. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, & I. Candel Torres (Eds.), *ICERI2014 Proceedings – 7th International Conference of Education, Research and Innovation, Sevilha, Espanha, 2014. Espanha: International Association of Technology, Education and Development (IATED)* (pp. 2176-2183). ISBN: 978-84-617-2484-0.

- MORAIS, C., Moreira, L., & Paiva, J. C. (2014b). Methodological approaches used to investigate “online learning”. A systematic review of the Portuguese scientific production in SCOPUS and Web of Science. In G. L. Miranda, M. E. Monteiro, & P. T. Brás, *Aprendizagem Online, Atas Digitais do III Congresso Internacional das TIC na Educação* (pp. 419-425). ISBN: 978-989-8753-08-3.
- O'REILLY, T. (2007). What is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. *Communications & Strategies*, 1, p. 17-37.
- PONTE, J. P., Serrazina, L., Guimarães, H. M., Breda, A., Guimarães, F., Sousa, H., Graça Martins, M. E., & Oliveira, P. A. (2007). Programa de matemática do ensino básico. Lisboa: Ministério da Educação.
- Portal das Escolas (2015). *Sobre o Portal das Escolas*. Acedido em 10 de julho de 2015 a partir de https://www.portaldasescolas.pt/portal/server.pt/community/p%C3%A1ginas/243/sobre_o_portal/15211
- POTTS H. (2011). Student experiences of creating and sharing material in online learning. *Medical Teacher*, 33(11).
- RCAAP (s.d.). *Sobre o RCAAP*. Acedido a 11 de julho de 2015 a partir de <http://www.rcaap.pt>
- RAMOS, J. L., Teodoro, V. D., Carvalho, J. M., & Ferreira, F. M. (2005). Sistema de avaliação, certificação e apoio à utilização de *software* para a educação e formação. *Cadernos SACAUSEF – Sistema de Avaliação, Certificação e Apoio à Utilização de Software para a Educação e a Formação – Utilização e Avaliação de Software Educativo*, 1, 21-44.
- RICHARDSON, W. (2010). *Blogs, wikis, podcasts, and other powerful web tools for classrooms* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- SHIN, D. S. (2014). Web 2.0 tools and academic literacy development in a US urban school: a case study of a second-grade English language learner. *Language and Education*, 28(1), 68-85.
- SHULMAN, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Texto Editores (2015). *Dicas*. Acedido a 11 de julho de 2015 a partir de <http://www.texto.pt/pt/dicas/detalhes.php?sec=7&id=46>
- WALLACE, R. M. (2004). A Framework for Understanding Teaching With the Internet. *American Educational Research Journal*, 41(2), 447-488.

Apêndices técnicos

Corpus documental de análise

- ALMEIDA, M. (2010). *Web 2.0 e Padrões na aprendizagem da matemática. Dissertação de mestrado em Multimédia em Educação*. Departamento de Educação da Universidade de Aveiro.
- ANILBEIRO, M. (2013). *Divulgação Matemática e o Vídeo Educativo*. Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto.
- APARÍCIO, R. (2013) *Quadros interativos no ensino das ciências: um caminho a percorrer*. Mestrado em Educação Área de Especialização em Didática das Ciências. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- AZEVEDO, P. (2013). *Utilização de wikis na disciplina de Matemática do 2.º ciclo do Ensino básico*. Mestrado em Comunicação Educacional Multimédia. Universidade Aberta.
- CADAVEZ, C. (2013). *A utilização de software educativo na aprendizagem da Geometria por alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico*. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Superior de Educação de Bragança para a obtenção do Grau de Mestre em TIC na Educação e Formação. Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança.
- CALDAS, M. (2011). *A Integração Curricular das TIC: Estudo de Caso tomando como exemplo a Geometria no Ensino Básico*. Dissertação de mestrado em Ciências da Educação Área de especialização em Desenvolvimento Curricular. Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- CANÁRIO, M. (2011). *Modelação e Utilização das Tecnologias no Estudo da Função Afim: Um Estudo de Caso*. Mestrado em Educação. Área de especialização em Didáctica da Matemática. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- CANDEIAS, A. (2010). *Aprendizagem das Funções no 8.º ano com o auxílio do software GeoGebra*. Dissertação de mestrado em Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- CAPELA, H. (2013). *Utilização de recursos digitais na aula de matemática. Mestrado em Ciências da Educação*. Especialização em Informática Educacional. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Católica Portuguesa.
- CARVALHO, C. J. (2013a). A utilização de podcasts no processo de ensino e aprendizagem da geologia. In M. J. Gomes, A. J. Osório, A. Ramos, B. D. Silva, & L. Valente (Eds.), *Atas da VIII Conferência Internacional de TIC na Educação, Challenges 2013: Aprender a qualquer hora e em qualquer lugar* (pp. 1329-1347). Braga, 15-16 julho de 2013. Braga: Centro de Competência TIC do Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- CARVALHO, I. (2014a). *O jogo interativo como recurso didático para a melhoria do processo ensino-aprendizagem: Um estudo com alunos do 7º ano de Ciências Naturais*. Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia no 3ºCiclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

- CARVALHO, L. (2013b). *Ambiente Virtual de Aprendizagem Matemática em contexto educativo*. Mestrado em Educação, Área de especialização em Tecnologias de Informação e Comunicação em Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- CARVALHO, S. (2014b). *O potencial pedagógico das ferramentas da Web 2.0 no ensino online das ciências naturais – a perspetiva dos alunos*. Mestrado em Tecnologias e Metodologias em E-Learning. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- COELHO, A. (2013). *GeoGebra e iTALC numa abordagem criativa das isometrias*. Mestrado em Didática especialização em Tecnologia. Departamento de Educação da Universidade de Aveiro.
- CONSCIÊNCIA, M. (2014). *A calculadora gráfica na aprendizagem das funções no ensino secundário*. Doutoramento em Educação (Didática da Matemática). Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- COSTA, P. (2014). *Contributo do wiki no desenvolvimento de competências em alunos do 6º ano de escolaridade: um estudo nas aulas de ciências*. Doutoramento em Educação,
- CRUZ, J. (2013). *Enriquecimento da aprendizagem de Física com a utilização das tecnologias de informação e comunicação*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Psicologia e de Educação da Universidade Católica.
- CUNHA, C. (2010). *A utilização de ferramentas tecnológicas e os processos de aprendizagem: um estudo na introdução à álgebra no 2º ciclo*. Dissertação de mestrado em Educação – Especialização em TIC e Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa
- DELGADO, V. (2013). *Tecnologias ubíquas nas aulas de ciências naturais: da surpresa à valorização e utilização plena: um estudo longitudinal*. Doutoramento em educação. Especialidade em didática. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- DIAS, C. P., & Chagas, M. I. (2013). *Multimédia como recurso didático no ensino da biologia: Reflexão sobre a prática na sala de aula*. In M. J. Gomes, A. J. Osório, A. Ramos, B. D. Silva, & L. Valente (Eds.), *Atas da VIII Conferência Internacional de TIC na Educação, Challenges 2013: Aprender a qualquer hora e em qualquer lugar* (pp. 551-560). Braga, 15-16 julho de 2013. Braga: Centro de Competência TIC do Instituto de Educação da Universidade do Minho. Especialidade de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- FANIGA, J. (2012). *A promoção da argumentação nas aulas de física do 12.º ano com recurso à discussão de controvérsias sociocientíficas*. Mestrado em Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- FARIA, A., Caseirito, M., Castanheira, O., Medeiros, S., Lemos, S., & Chagas, I. (2010). *Potencialidades educativas dos wikis: Uma experiência na área de Biologia do Ensino Secundário*. In F. A. Costa, G. L. Miranda, J. F. Matos, I. Chagas, & E. Cruz, *Actas do I Encontro Internacional TIC e Educação* (pp. 469-474). Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- FERNANDES, A. (2011). *As TIC no desenvolvimento da capacidade de argumentação dos alunos do 9.º ano na aprendizagem de Geometria*. Dissertação de Mestrado em Ciências da Educação Área de especialização em Tecnologia Educativa. Instituto de Educação da Universidade do Minho.

- FERREIRA, C. (2012a). *O uso da calculadora na resolução de tarefas matemáticas: um estudo no 3.º ciclo do ensino básico*. Mestrado em Ensino de Matemática. Faculdade de Ciências e Tecnologias. Universidade Nova de Lisboa.
- FERREIRA, C. (2012b). *Recursos educativos digitais no Ensino de Física e Química: Um estudo com alunos do 7º Ano de Escolaridade*. Dissertação de mestrado. Instituto de Educação da Universidade Lisboa.
- FIGUEIRA, R. (2013). *Potencialidades educativas dos wikis na leção da temática da tabela periódica dos elementos: Um estudo com alunos do 9.º ano de escolaridade*. Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Universidade de Lisboa.
- FREITAS, H. (2011). *A WebQuest no ensino da matemática como promotora de Higher Order Thinking Skills*. Dissertação de Mestrado em Ciências da Educação Área de especialização em Tecnologia Educativa. Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- GONÇALVES, C. (2011a). *O ensino e a aprendizagem de Estatística com tecnologia: uma experiência no 7º ano de escolaridade*. Relatório de Estágio Mestrado em Ensino de Matemática no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- GONÇALVES, P. (2011b). *Jogos digitais no ensino e aprendizagem da matemática: efeitos sobre a motivação e o desempenho dos alunos*. Mestrado em Didáctica e Inovação no Ensino das Ciências (Matemática). Universidade do Algarve.
- GONÇALVES, P. (2014). *Ebook como dispositivo pedagógico no ensino e na aprendizagem da biologia e da geologia: um estudo com alunos do 11º ano*. Doutoramento em Educação, Área de Especialização de Desenvolvimento Curricular. Universidade Portucalense.
- LEIBOVITZ, L. (2013). *A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas Online: um estudo com alunos do 7º ano no tema Dinâmica Interna da Terra*. Instituto de Educação da Universidade do Minho. Mestrado em Ciências da Educação Área de Especialização em Supervisão Pedagógica na Educação em Ciências. Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- LIMA, S. (2011). *Abordagem didática à Miniprodução Fotovoltaica*. Mestrado em Ensino de Física e Química no 3.º. Ciclo do Ensino Básico e Secundário. Departamento de Educação. Universidade de Aveiro.
- LOPES, L. (2014). *Aprendizagem das Funções e Sistemas de Equações no 8.º ano com Recurso à Calculadora Gráfica*. Mestrado em Ensino de Matemática no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Secundário. Faculdade de Ciências e Tecnologias. Universidade Nova de Lisboa.
- LOPES, R. (2010). *Os Podcasts no apoio ao estudo independente de matemática A do 11º Ano*. Dissertação de mestrado em Ciências da Educação, Especialização em Tecnologia Educativa. Universidade do Minho.
- LOURENÇO, N. (2012). *Relatório da Prática de Ensino Supervisionada O uso de visualizações no tema “Combustíveis, Energia e Ambiente”*. Um estudo com alunos do 12.º ano de escolaridade. Mestrado em Ensino de Física e Química para o 3.º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

- MACHADO, A. (2010). *O desenvolvimento de um hiperdocumento sobre a resolução de problemas e sua utilização na aprendizagem: um estudo de caso com alunos do 6.º Ano*. Dissertação de mestrado em Ciências da Educação (área de especialização em Tecnologia Educativa). Universidade do Minho.
- MAGALHÃES, J. P. (2014). *Ensino da Biologia e Geologia e Tecnologias de Informação e Comunicação: um estudo sobre os efeitos das TIC na aprendizagem de alunos do 10º ano de escolaridade*. Relatório de Estágio. Mestrado em Ensino, Área de Especialização em Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.
- MANECA, C. (2010). *Relatório de estágio*. Mestrado em Ensino da Matemática do 3º Ciclo do Ensino Básico e do Secundário. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.
- MARIANO, E. (2013). *O desenvolvimento do pensamento algébrico com recurso à folha de cálculo: um estudo com alunos de 9.º ano*. Mestrado em Ensino de Matemática no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Secundário. Faculdade de Ciências e Tecnologias. Universidade Nova de Lisboa.
- MARQUES, A. (2013). *As potencialidades de uma abordagem interdisciplinar entre as ciências naturais e as tecnologias de informação e comunicação no desenvolvimento de um projeto de ativismo ambiental*. Relatório da Prática de Ensino Supervisionada. Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia. Universidade de Lisboa.
- MARQUES, S. (2011). *Simulações computacionais no Ensino do Equilíbrio Químico*. Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Universidade de Aveiro.
- MARTINS, A. (2014). *Geologia: Trabalho Laboratorial no ensino da Célula e Recursos Multimédia no ensino das Rochas Magmáticas e Magmatismo*. Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- MENDES, J. (2011). *Contribuição de um blog na promoção da literacia científica no ensino da Física e da Química no 3.º ciclo do ensino básico*. Dissertação de mestrado. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- MINHOTO, P. (2012). *A utilização do Facebook como suporte à aprendizagem da biologia: estudo de caso numa turma do 12º ano*. Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Ensino das Ciências. Instituto Politécnico de Bragança.
- MONTEIRO, A. (2011). *Uso de wikis na unidade “das fontes de energia ao utilizador”: um estudo com alunos do 10º na de escolaridade*. Mestrado em Ensino da Física e da Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Secundário. Universidade de Lisboa.
- MONTEIRO, M. (2013). *O ensino da Biologia e Biologia com recurso às Tecnologias de Informação e Comunicação: implicações para a aprendizagem*. Doutoramento em Educação. Especialidade em Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- MORAIS, C., Paiva, J. C. (2010). *Desenvolvimento e aplicação de jogos educativos multimédia no estudo das Ciências Físico-Químicas no 7.º ano de escolaridade: relato de uma experiência*. In F. A. Costa, G. L. Miranda, J. F. Matos, I. Chagas, & E. Cruz,

Actas do I Encontro Internacional TIC e Educação (pp. 237-242). Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

- MOREIRA, H. (2013). *O Vídeo na Atividade Laboratorial: Um Estudo Exploratório no 11º Ano. Mestrado em Física e Química em Contexto Escolar*. Departamento de Química e Bioquímica. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- MOTA, A. (2013). O papel da calculadora gráfica na atividade matemática com funções de alunos do 10.º ano. Relatório da Prática de Ensino Supervisionada. Mestrado em Ensino da Matemática. Universidade de Lisboa.
- NASCIMENTO, C. (2011). *Wiki no ensino da Energia. Um estudo com alunos do 7º ano de escolaridade*. Mestrado em Ensino da Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Secundário. Universidade de Lisboa.
- NERI, M. (2013). *O ensino e a aprendizagem da Física Experimental do 10º ano de escolaridade: uma abordagem tecnológica*. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Ciências – Formação Contínua de Professores Área de especialização em Física e Química. Escola de Ciências da Universidade do Minho.
- NICOLAI, M. (2012). *Tarefas de investigação com recurso aos wikis no ensino da tabela periódica dos elementos. Um estudo com alunos do 9.º ano de escolaridade. Mestrado em Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário 2012*. Universidade de Lisboa.
- NOGUEIRA, D. (2010). *Desenvolvimento do pensamento algébrico de alunos do 10.º ano no tema funções através da resolução de problemas com recurso às TIC. Mestrado em Ciências da Educação. Área de Especialização em Supervisão Pedagógica na Educação Matemática*. Universidade do Minho.
- NUNES, D. (2011a). *O significado matemático na geometria do 7.º ano com recurso ao geogebra: uma perspectiva semiótica*. Mestrado em Didática e Inovação no Ensino das Ciências. Área de Especialização de Matemática. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade do Algarve.
- NUNES, V. (2014). *Portal de apoio à matemática*. Trabalho de projeto. Mestrado em Educação, Especialidade de Educação e Tecnologias Digitais. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- OLIVAL, A. (2011). *O papel das TIC na compreensão dos conceitos associados ao tema “Comunicações”*. Mestrado em Didática das Ciências. Área de especialização: As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Ensino das Ciências. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- OLIVEIRA, C. (2010). *O quadro interativo multimédia no Ensino/Aprendizagem da matemática*. Mestrado em Supervisão e Coordenação da Educação. Departamento de Ciências da Educação do Património da Universidade Portucalense Infante D. Henrique.
- OLIVEIRA, E. (2014). *A utilização das aplicações interativas no ensino e aprendizagem das equações do 1.º grau*. Mestrado em Ensino de Matemática no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Secundário. Faculdade de Ciências e Tecnologias. Universidade Nova de Lisboa.

- PINTO, R. (2014). *As aplicações hipermédia podem promover o sucesso escolar e a autorregulação da aprendizagem? Análise da eficácia de uma aplicação hipermédia*. Tese de Doutoramento em Ciências da Educação Especialidade de Tecnologia Educativa.
- RAMOS, I. (2011). *Construção e Interpretação de Gráficos de Cinemática com o Software Modellus: Um Estudo com Alunos do 11º ano de Escolaridade*. Mestrado em Educação, Área de especialização em Tecnologias da Informação e da Comunicação e Educação. Instituto de Educação da Universidade Lisboa.
- REIS, C. (2010). *Visitas de Estudo Virtuais Como actividades de enriquecimento curricular em Ciências Naturais (7º ano)*. Dissertação de mestrado em Multimédia em Educação. Departamento de Educação da Universidade de Aveiro.
- ROSA, V. (2013). *A utilização da calculadora gráfica no estudo de funções do 10º ano. Mestrado em Ensino de Matemática no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Secundário*. Faculdade de Ciências e Tecnologias. Universidade Nova de Lisboa.
- SALVADOR, C. (2013). *Geometria: um estudo sobre ângulos e polígonos, no 9º ano de escolaridade, com recurso ao GeoGebra*. Mestrado em Ensino de Matemática no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Secundário. Faculdade de Ciências e Tecnologias. Universidade Nova de Lisboa.
- SANTO, M. E. (2013). *Utilização de blogues na discussão de controvérsias sociocientíficas na disciplina de Ciências da Natureza*. Mestrado em Educação – Área de Especialização em Didática das Ciências. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- SANTOS, E. (2011). *Discussão na aula de matemática com recurso à tecnologia: o caso de uma turma de 7º ano*. Dissertação de Mestrado em Ciências da Educação. Área de Especialização em Supervisão Pedagógica na Educação Matemática. Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- SANTOS, L. (2013). *Simulador em Realidade Virtual para Aprendizagem da Física*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática, Área de Especialização em Sistemas Gráficos e Multimédia. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- SILVA, I. (2013). *Visualizações como estratégia promotora de aprendizagens sobre o Planeta Terra. Um estudo com alunos do 7º ano de escolaridade*. Mestrado em Ensino da Física e da Química para o 3º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário 2013. Universidade de Lisboa.
- SOARES, R., Canelas, R., Branco, P., Pombo, L., & Moreira, A. (2013). Aprendizagem colaborativa em biologia numa wiki do PBWORKS®. In M. J. Gomes, A. J. Osório, A. Ramos, B. D. Silva, & L. Valente (Eds.), *Atas da VIII Conferência Internacional de TIC na Educação, Challenges 2013: Aprender a qualquer hora e em qualquer lugar* (pp. 1191-1205). Braga, 15-16 julho de 2013. Braga: Centro de Competência TIC do Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- SOUSA, C. (2014). Google Earth no ambiente de aprendizagem de Ciências Naturais: informações georreferenciadas, em tempo-real e cenários futuros. *TICEDUCA 2014* (pp. 715-720).
- SOUSA, O. (2013). *Aprendizagem com base na resolução de problemas através de RED*. Mestrado em Supervisão Pedagógica. Universidade Aberta.

- TERMENTINA, M. (2014). *O uso da calculadora gráfica, por alunos do 10º ano, nas conexões entre representações de funções polinomiais em contexto de resolução de problemas*. Relatório da Prática de Ensino Supervisionada, Educação (Mestrado em Ensino da Matemática). Instituto de Educação da Universidade Lisboa.
- TRINDADE, S. (2010). *Contributo dos ambientes de geometria dinâmica para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática*. Dissertação de mestrado em Ensino da Matemática. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.
- VALÉRIO, A. (2012). *Podcasting e Vodcasting na Disciplina de Química do 9º ano de escolaridade*. Dissertação de mestrado. Instituto de Educação da Universidade Lisboa.
- VASCONCELOS, A. (2012). *Utilização da folha de cálculo por alunos do 7º ano na construção de tabelas de frequências e gráficos estatísticos*. Mestrado em Ciências da Educação Área de Especialização em Supervisão Pedagógica na Educação Matemática. Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- VIDEIRA, P. (2011). *O uso da folha de cálculo na aprendizagem da estatística*. Relatório da Prática de Ensino Supervisionada. Mestrado em Ensino de Matemática. Universidade de Lisboa.
- VIEIRA, C., & Oliveira, L. R. (2011). Web 2.0 e a aprendizagem da estatística: um estudo de caso no 7.º ano de escolaridade. In P. Dias, & A. Osório (Eds.), *VII Conferências Internacional de TIC na Educação: Challenges 2011, Perspetivas de Inovação* (pp. 505-515). Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho.

Repositórios de recursos educativos digitais

Os repositórios de recursos educativos são plataformas com um caráter mais aberto e participado, contribuindo para zelar pela qualidade dos recursos existentes. Com efeito, o conhecimento científico e pedagógico acumulado pelos professores e, neste caso, pelos professores de ciências, é assim colocado ao serviço da comunidade, na medida em que cada utilizador pode avaliar, comentar e classificar os RED que utiliza ou pretende utilizar.

Este apêndice técnico pretende apresentar e caracterizar os principais repositórios de RED disponíveis em Portugal, nomeadamente, o Portal das Escolas e a Casa das Ciências. Merecem ainda uma breve referência o portal *R21* (Centro de Competência Entre Mar e Terra) e as plataformas digitais de editoras escolares como sendo a “Escola Virtual”, da *Porto Editora* e a “20 – Aula Digital” do grupo *LeYa*.

Portal das Escolas

O Portal das Escolas, com o apoio do Ministério da Educação e Ciência, no âmbito do Plano Tecnológico –Educação (QREN), define-se e pretende ser “o sítio de referência das escolas e constitui a maior rede colaborativa em linha da educação em Portugal. O Portal das Escolas destina-se às comunidades educativas da Educação Pré-Escolar e dos ensinos Básico e Secundário, designadamente a docentes, a alunos, a pais e a encarregados de educação e a não docentes” (Portal das Escolas, 2015).

Trata-se de um repositório que disponibiliza RED garantindo “o acesso a milhares de RED de qualidade, em todas as áreas curriculares, adaptados à utilização em sala de aula em Portugal. Para além de acederem, partilharem e utilizarem os RED disponíveis no Portal das Escolas, os professores podem disponibilizar no Portal os recursos educativos da sua autoria. A integração do repositório de RED do Portal com o Banco Europeu de RED [através da plataforma *learning resources center*] garante ainda o acesso das escolas a milhares de RED internacionais.” (Portal das Escolas, 2015)

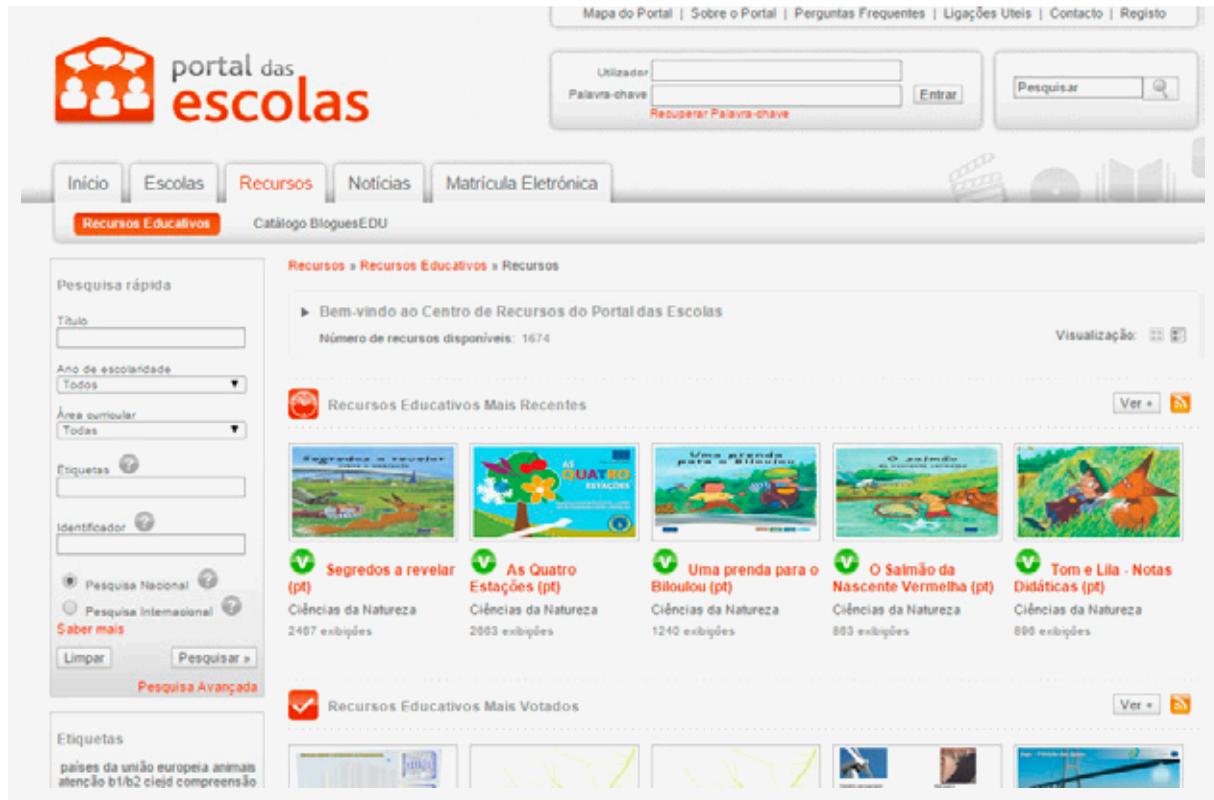
A ficha técnica do RED é composta por quatro secções: dados pedagógicos, dados técnicos, contribuidores e licenciamento.

Como se pode ver na Figura 20 é possível realizar pesquisas simples e pesquisas avançadas. A pesquisa simples, sempre visível no lado esquerdo do ecrã, permite pesquisar por título, ano de escolaridade, área curricular, etiquetas, identificador, tanto ao nível nacional como ao nível internacional. Por sua vez, a pesquisa avançada oferece, para além das funcionalidades mencionadas

anteriormente, as seguintes opções: idioma, nome dos contribuidores, data do contributo, tipo de recurso, público-alvo, conteúdo, idade aproximada do público-alvo, licenciamento e estado de publicação.

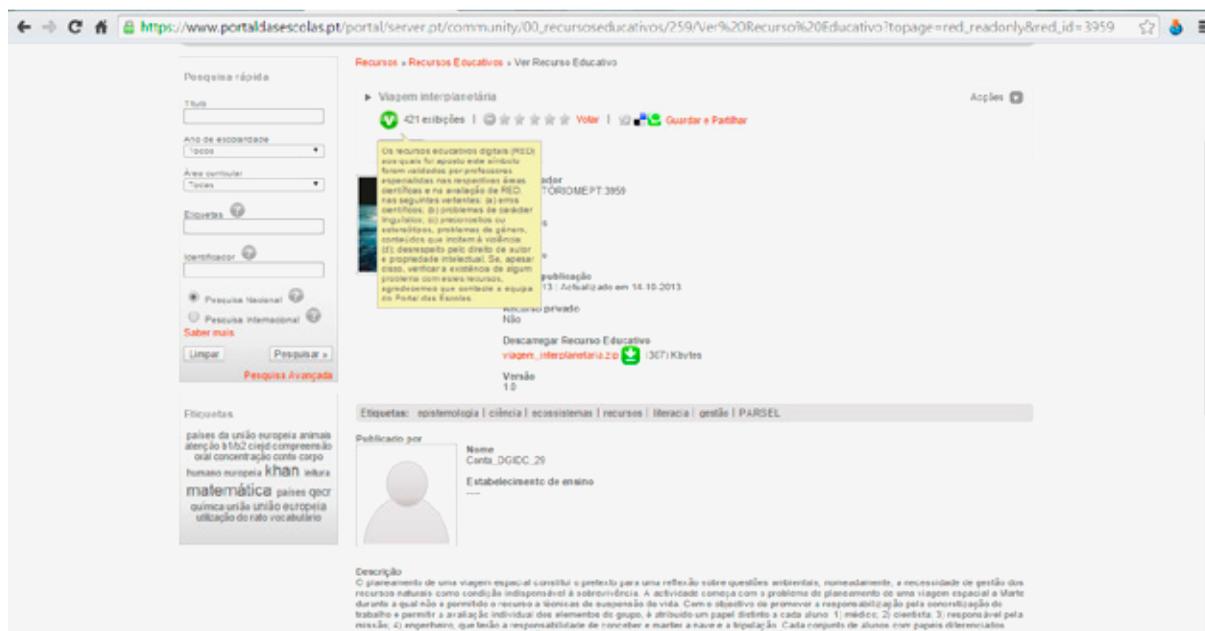
³⁴ https://www.portaldas escolas.pt/portal/server.pt/community/oo_inicio/239

Figura 20 Interface principal do repositório de RED do Portal das Escolas³⁴



O repositório procura ainda validar os RED indexados através de um conjunto de professores especialistas em cada uma das áreas de acordo com os seguintes critérios: (a) erros científicos; (b) problemas de carácter linguístico; (c) preconceitos ou estereótipos de género, ou conteúdos que incitem à violência; (d) desrespeito pelo direito de autor e propriedade intelectual. Os RED validados são identificados com um ícone próprio (círculo verde com a letra v maiúscula de cor branca). Conforme se pode ver na Figura 21, para além desta informação, o utilizador tem acesso ao número de visualizações do conteúdo, à classificação média atribuída por outros utilizadores (sistema de estrelas, numa escala de um a cinco), podendo, se desejar, participar da votação e, finalmente, a ferramentas de partilha rápida.

Figura 21 Interface de apresentação detalhada dos conteúdos inseridos no repositório de RED do Portal das Escolas



Refira-se que alguns dos recursos que se encontram no repositório, e integram a categoria de RED, foram sujeitos a um processo de digitalização a montante, partindo da sua versão analógica. São, por isso, recursos com um tipo de interatividade considerada expositiva e um nível de interatividade baixo (Figura 22).

Figura 22 Interface de apresentação de alguns recursos sujeitos a um processo de digitalização, partindo da sua versão analógica, presentes no repositório de RED do Portal das Escolas

The screenshot displays the interface of the RED repository. On the left, there is a search sidebar with fields for 'Pesquisa rápida', 'Título', 'Ano de escolaridade', 'Área curricular', and 'Etiquetas'. Below these are options for 'Pesquisa Nacional' and 'Pesquisa Internacional', along with a 'Pesquisar' button. The main content area features a resource titled 'ONDE FICA O NORTE? Constrói a tua bússola.' with 1086 exhibitions and a 'Votar' button. The resource is a comic strip with three panels. The first panel shows a girl asking 'Sabes, a ponta da agulha de uma bússola aponta sempre o Norte onde quer que nos encontremos. A Terra é um grande ímã e é ela quem convida a agulha.' The second panel shows a girl saying 'No fundo de uma tassa de plástico manca a Norte, o Sul, o Oeste e o Leste. Depois enche a tassa de água até ao meio.' The third panel shows a girl saying 'Passa o lado marcado do ímã (o sul) numa agulha de costar, de-vestir, várias vezes comove na capota da agulha.' To the right of the comic strip is a metadata sidebar with fields for 'Identificador', 'Idioma', 'Estado', 'Data de publicação', 'Recurso privado', and 'Localização principal do recurso'. Below the main content, there are sections for 'Etiquetas', 'Publicado por', and 'Descrição'. At the bottom, there are tabs for 'Dados Pedagógicos', 'Dados Técnicos', 'Contribuidores', and 'Licenciamento', along with 'Tipo de interactividade' and 'Nível de interactividade'.

Casa das Ciências

A Casa das Ciências é um projeto apoiado pela Fundação Calouste Gulbenkian, que teve início em 2009. Trata-se de “um portal para professores de Ciência, (...) integrador e amplificador dos esforços atuais na utilização das tecnologias no processo de ensino e de aprendizagem feitos por agentes muito diversos cujos resultados se encontram dispersos. Este portal visa dar visibilidade e utilidade aos esforços de muitos docentes, reconhecendo-lhes o mérito que

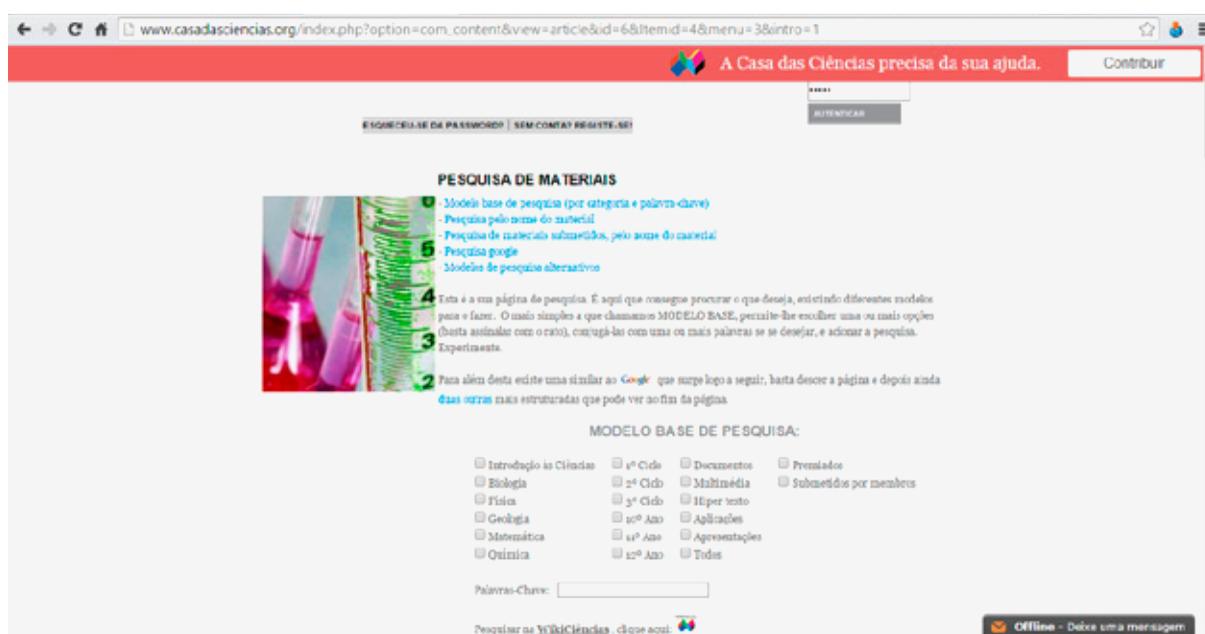
efetivamente têm, transformando-se num sítio *Web* de referência para todos os professores de Ciência em língua portuguesa” (Casa das Ciências, 2015).

Este repositório aberto agrega RED de ciências propostos pelos coordenadores do projeto ou submetidos pelos utilizadores e validados por quatro peritos (dois para avaliação científica e dois para avaliação educacional).

Como se pode constatar na Figura 23, o repositório disponibiliza vários modos de pesquisa: (a) modelo base (por categoria e palavra-chave), (b) pesquisa pelo nome do material, (c) pesquisa de materiais submetidos, pelo nome do material, (d) pesquisa Google e (e) modelos de pesquisa alternativos.

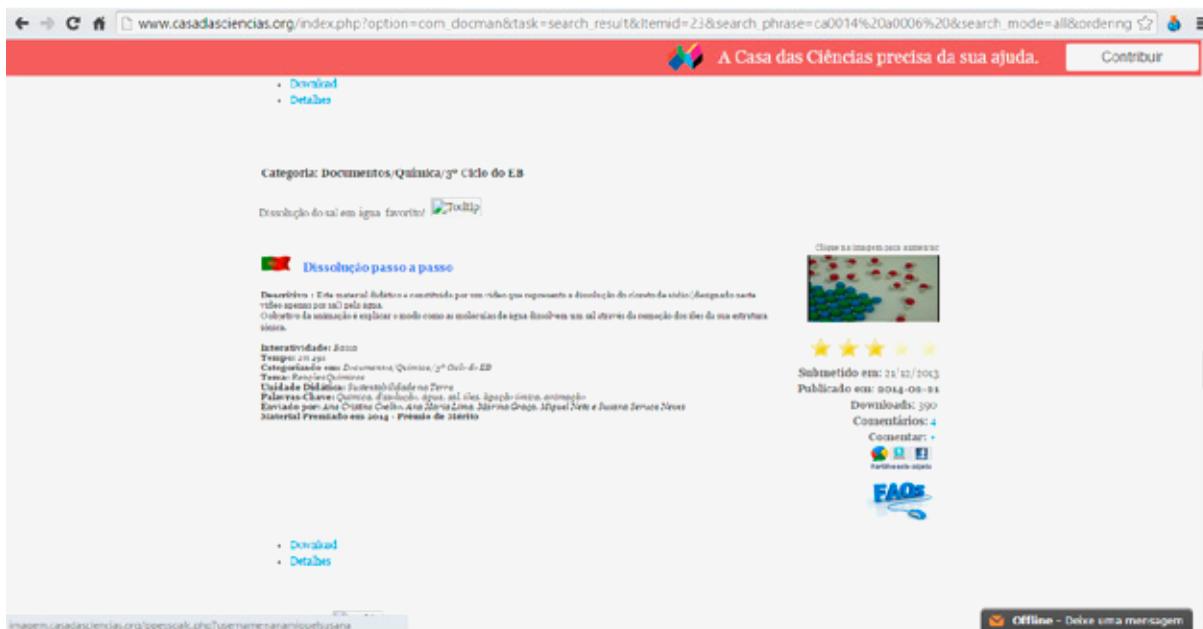
35- <http://www.casadasciencias.org/>

Figura 23 Interface de pesquisa da Casa das Ciências³⁵



De realçar que, desde a sua fundação, o sítio organiza um concurso para distinguir os melhores RED submetidos no repositório. A ficha de cada recurso (Figura 24) contempla as seguintes indicações: título, descrição, nível de interatividade, categorização, unidade didática, palavras-chave, autor do envio, data de submissão, publicação, número de descarregamentos, comentários e ferramentas de partilha. O utilizador pode ainda conhecer a apreciação de outros utilizadores do sítio através do sistema de votação de cinco estrelas bem como expressar a sua avaliação, seja através da votação seja através dos comentários. Quando o utilizador está perante um material premiado, tal facto é indicado na ficha técnica. É possível ainda consultar uma ficha mais pormenorizada dos recursos em causa que inclui, por exemplo, a indicação de sítios que lhe estejam associados e de outras observações.

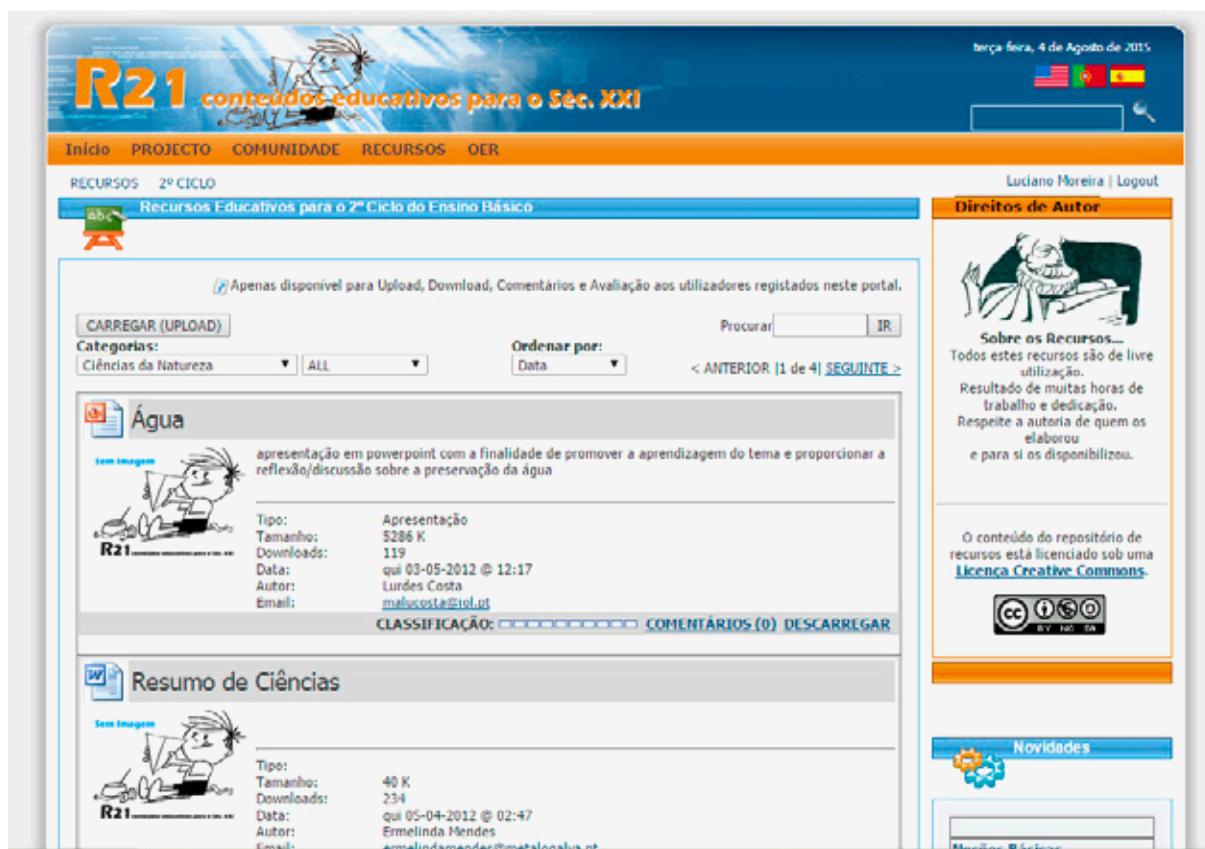
Figura 24 Interface de apresentação detalhada dos conteúdos inseridos no repositório de RED da Casa das Ciências



R21 (Centro de Competência Entre Mar e Terra)

O portal *R21 – Conteúdos para o Século XXI* resulta de uma iniciativa do Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas (ERTE) e do Centro de Competência Entre Mar e Terra (CCEMT). Trata-se de um repositório de acesso aberto que agrega RED submetidos pelos utilizadores e disponibilizados, uma vez aprovados pelo administrador.

A Figura 25 apresenta a interface de pesquisa do *R21*. Conforme se pode constatar, a pesquisa encontra-se à partida condicionada pelo nível de escolaridade selecionado no índice horizontal superior (recursos). Uma vez selecionado o ano pretendido, é possível selecionar a área escolar e o tipo de ficheiro ou alternativamente efetuar um pesquisa através de texto, usando as palavras-chave consideradas adequadas. O utilizador pode organizar os resultados por data, número de descarregamentos, classificação, título, autor e data de criação do ficheiro.



A ficha técnica do recurso, que poderá estar mais ou menos completa, contempla as seguintes secções: título, disciplina, tema, subtema, ano de escolaridade, tipologia, objetivos, tempo, interatividade, *software*, condições de uso, tipo, tamanho, número de descarregamentos, data, autor e *email* do autor. O utilizador pode consultar e participar na classificação do recurso através de uma escala de 10 pontos e consultar ou expressar comentários sobre o recurso em causa.

No Quadro 1 (que reproduzimos no capítulo 1 do presente relatório) apresentou-se uma síntese das principais características dos repositórios atentando a quatro categorias: pesquisa, ficha técnica, validação de recursos e participação dos utilizadores na avaliação da qualidade dos recursos.

Conforme se pode verificar, no Quadro 1, o *Portal das Escolas* é o repositório que oferece mais possibilidades de pesquisa, as quais, no entanto, não se traduzem em especiais ganhos para o utilizador, atendendo ao carácter redundante de parte dos campos incluídos. O *R21*, em contrapartida, é o repositório que contempla menor número de possibilidades. Ao nível da ficha

técnica, tanto o *Portal das Escolas* como a *Casa das Ciências* são mais exigentes e integram um maior número de campos. Se os três repositórios permitem que o utilizador participe na classificação da qualidade dos recursos, apenas o *Portal das Escolas* e a *Casa das Ciências* dispõem de mecanismos de validação por especialistas. Neste capítulo, o *Portal das Escolas* explicita os critérios utilizados e identifica o recurso validado com um ícone.

Apresentam-se de seguida algumas breves considerações sobre as plataformas *Escola Virtual*, da Porto Editora, e *20 – Aula Digital*, do grupo LeYa.

Escola Virtual

“A Escola Virtual é um projeto de educação *online* da responsabilidade da Porto Editora, cujo objetivo é disponibilizar a toda a comunidade educativa métodos de estudo e acompanhamento mais atrativos e eficazes, orientados para o sucesso escolar dos alunos.” (Escola Virtual, 2015). A Escola Virtual dirige-se a toda a comunidade escolar, podendo o serviço ser subscrito por utilizadores a título particular (alunos, Encarregados de Educação e, naturalmente, Professores que procuram materiais e ferramentas para a lecionação das suas aulas) ou utilizadores institucionais, (escolas públicas, colégios, câmaras municipais, etc.).

A Escola Virtual apresenta conteúdos do 1.º ao 12.º ano de escolaridade e para o Ensino Profissional. O acesso à plataforma necessita que o utilizador esteja previamente registado (Figura 26).

³⁷ <https://www.escolavirtual.pt/login/>

Figura 26 Acesso autenticado à Escola Virtual³⁷



10 ANOS escola virtual

Acesso à Escola Virtual

Se já se encontra registado, insira os seus dados de acesso.

Entrar [Recuperar password](#)

Se não é um utilizador registado, registre-se como [Aluno](#), [Encarregado de Educação](#) ou [Professor](#).

Para aceder aos recursos multimédia o utilizador poderá seleccionar o ano e a disciplina que pretende no menu do lado esquerdo. Poderá, ainda, fazer a pesquisa por palavras, no campo de pesquisa.

Para além das aulas interativas que abrangem todo o programa das disciplinas, o utilizador tem acesso a recursos multimédia como sendo apresentações PowerPoint, vídeos e documentos. Pode personalizar as aulas com os recursos seleccionados e adicionar recursos aos seus favoritos. Na opção “Testes” pode aceder a propostas de testes ou elaborar os seus testes personalizados (Figura 27).

Figura 27 Interface de pesquisa da Escola Virtual

The screenshot shows the 'escola virtual' search interface. At the top right, there are links for 'Tutoriais', 'Minha conta', and 'Sair'. The main navigation bar includes 'Manuais', 'Recursos', 'Testes', 'Dicionários', and 'Comunidade'. The 'Recursos' section is highlighted, and the 'Pesquisa' tab is active. On the left, there is a search bar with the placeholder 'Palavra-chave' and a 'Pesquisar >' button. Below the search bar is a vertical list of years from '1.º Ano' to '6.º Ano'. Underneath the years is a 'Disciplinas' section listing various subjects with their respective resource counts: Ciências Naturais (232), Educação Física (167), Educação Musical (35), Educação Tecnológica (169), Educação Visual (304), História e Geografia de Portugal (190), Inglês (214), Matemática (515), and Português (656). A 'Tópicos' sidebar lists biological topics with counts: Importância das rochas e do solo na manutenção da vida (53), Importância da água para os seres vivos (20), Importância do ar para os seres vivos (16), Diversidade nos animais (100), Diversidade nas plantas (25), Célula – unidade básica de vida (11), and Diversidade a partir da unidade – níveis de organização hierárquica (8). The main content area is titled 'Filtrar recursos por tipo de recurso' and shows 'Recursos: 1 - 30 (53)'. A dropdown menu is open, showing options: 'Todos os recursos', 'Apresentação Powerpoint (4)', 'Download (39)', 'Aula interativa (3)', and 'Video (7)'. Below this, several resource cards are displayed, each with an icon, a title, and navigation links: '> Visualizar > Aula Personalizada > Favoritos'. The resources include a 'Documento' titled 'A política dos 3 F', a 'Video' titled 'Alteração das rochas - agentes erosivos', and three 'Apresentação' (PowerPoint) slides titled 'Apresentação eletrónica - Onde existe vida?', 'Apresentação multimédia 1: A Biosfera', and 'Apresentação multimédia 2: Importância da água para os seres vivos'.

20 – Aula Digital

“A Plataforma Digital de Apoio Escolar – 20 (...) apostou na criação diversificada de recursos digitais de forma a enriquecer diversos projetos escolares do grupo LeYa, nomeadamente aqueles publicados pelas editoras Asa, Gailivro, Sebenta e Texto. A Plataforma 20 – Aula Digital disponibiliza para cada manual escolar, conteúdos multimédia de elevada qualidade (vídeos, animações, jogos, testes interativos,...), integrados com ferramentas digitais de ensino e aprendizagem fáceis de usar, que apoiam os professores na nova sala de aula e motivam os Alunos para a NOTA MÁXIMA.” (Texto Editores, 2015).

O acesso à plataforma necessita que o utilizador esteja previamente registado (Figura 28).

³⁸. <http://20.leya.com/platform/login20/>

Figura 28 Acesso autenticado à 20 – Aula Digital³⁸



Uma vez selecionado o ano de escolaridade e a disciplina o utilizador tem acesso ao manual multimédia, aos recursos digitais, a aulas e a testes.

Na opção “Manual Multimédia”, o utilizador terá acesso ao manual digital (do conjunto dos que estão associados às suas credências de acesso)

com os recursos digitais indicados em cada página, devidamente organizados e catalogados em índice para fácil acesso.

Na opção “Recursos” o utilizador tem acesso a um vasto leque de recursos que pode ver na globalidade ou pesquisar por categorias (Figura 29).

Figura 29 Interface de pesquisa na opção recursos da 20- Aula Digital

Universo FQ			
Entrada Maria Madalena Moreira			
Recursos da sala			
Todos os recursos			
Recursos gerais			
1. Reações químicas			
2. Som			
Editável	Ficha de diagnóstico N.º 2 - Som	Professor	★
Editável	Ficha 1A - Som (Ficha diferenciada)	Professor	★
Editável	Ficha 1B - Som (Ficha diferenciada)	Professor	★
Editável	Ficha global N.º 2 - Som	Professor	★
2.1 Produção e propagação do som			
Vídeo	O som e a vibração que o produz	Professor	★
Apresentação	Protocolo projetável: O som e a vibração que o produz	Professor	★
Vídeo	Pode o som propagar-se no vazio?	Professor	★
Apresentação	Protocolo projetável: Pode o som propagar-se no vazio?	Professor	★
Vídeo	O som e a sua propagação	Professor	★
Apresentação	Protocolo projetável: O som e a sua propagação	Professor	★
Animação	Produção e propagação do som		★
Simulador	Velocidade de propagação do som		★

Recorrendo à opção “Aulas” o Professor poderá preparar sequências personalizadas de recursos digitais, para apresentação em sala de aula. Na opção “Testes” terá acesso a um banco de testes interativos e personalizáveis.

O multimédia no ensino da Química: simulações sobre o equilíbrio químico

A química é a ciência que estuda a estrutura, propriedades e transformações das substâncias. O seu objeto de estudo, que se distribui por três níveis: o macroscópico, microscópico e simbólico, constitui um desafio pedagógico para os professores. Os dispositivos tecnológicos, como os que estão presentes no laboratório, assumiram, desde cedo, um papel central nas práticas de ensino da química. A partir das investigações realizadas nos últimos cinco anos, em Portugal, que retrato é possível extrair sobre as práticas de ensino que envolvem o multimédia no ensino da química? A resposta a esta pergunta encontrámo-la já no corpo principal do relatório. Mais ainda, com base nos resultados obtidos, pudemos compreender a especificidade de cada área disciplinar. Neste apêndice técnico sobre a área disciplinar da química, centramos a atenção no trabalho desenvolvido por Marques (2011), retendo nomeadamente o conjunto de simulações *online* identificadas pelo autor.

De acordo com Fonseca (2006), é possível classificar os simuladores de equilíbrio químico em três grupos. O primeiro grupo permite-nos ter informação sobre a evolução do equilíbrio ao longo do tempo de reação; facultar informação quantitativa relativamente à variação da concentração das espécies reagentes e ao deslocamento do sistema. O segundo grupo caracteriza-se pela representação microscópica do sistema em que, através de uma analogia visual, as moléculas são comparadas a pequenos pontos ou círculos coloridos. O terceiro grupo de simulações consistem em representações macroscópicas da evolução do sistema, através de reatores, variações de cor, etc.

No Quadro 12, sintetizamos a informação recolhida por Marques (2011) sobre um conjunto de simulações acerca do equilíbrio químico disponíveis *online*. Verificámos quais os sítios que estavam ativos à data deste relatório, facultando, nos casos em que não foi possível aceder ao sítio original, endereços alternativos.

Quadro 13. Simulações para o equilíbrio químico (Marques, 2011), de acordo com a classificação de Fonseca (2006)

Grupo	Descrição
	<p>Título: Chemical Equilibrium Applet Autor: Rensselaer Polytechnic Institute (1998) Descrição: Sentido de deslocamento do equilíbrio em função das quantidades relativas de reagentes e produtos Sítio original: Não ativo (http://links.math.rpi.edu/applets/appindex/chemequilib.html) Arquivo digital através de Archive.org: https://web.archive.org/web/20100718033832/http://links.math.rpi.edu/applets/appindex/chemequilib.html</p>
I	<p>Título: <i>Le Chatelier's Principle</i> Autor: Blauch (1998) Descrição: Observar dados quantitativos por meio de gráficos de barras em função das condições Sítio original: Ativo (http://www.chm.davidson.edu/java/LeChatelier/LeChatelier.html)</p>
	<p>Título: <i>Sem título</i> Autor: Carnegie Mellon University (2003), Descrição: Comparar as proporções relativas das reações de acordo com a estequiometria Sítio original: Não ativo (http://ir.chem.cmu.edu/irproject/applets/equilib/Applet.asp) Novo sítio: http://www.chemcollective.org/chem/fau/</p>

Título: *Equilibrium Java Applet*
Autor: MultiCHEM Facility (1998)
Descrição: Verificar o efeito da temperatura sobre a agitação das partículas
Sítio original: Não ativo
(<http://mc2.cchem.berkeley.edu/java/equilibrium/index.html>)
Novo sítio: <http://chemconnections.org/Java/equilibrium/>

Título: *Experiment: Chemical Equilibrium*
Autor: Blauch (1999-2005)
Descrição: Observar a representação gráfica da composição do sistema ao longo do tempo
Sítio original: Ativo
<http://www.chm.davidson.edu/ronutt/che115/EquKin/EquKin.htm>

Título: *Chemical Kinetics Simulation*
Autor: Grayce (s/d)
Descrição: Observar a formação de produtos e reagentes e um gráfico da evolução do sistema
Sítio original: Não ativo
(<http://www.chem.uci.edu/undergrad/applets/sim/simulation.htm>)
Arquivo digital através de Archive.org:
<https://web.archive.org/web/20110724113412/http://www.chem.uci.edu/undergrad/applets/sim/simulation.htm>

II

Título: *Sem título*
Autor: Greenbowe (2002)
Descrição: Informação qualitativa com nível de interatividade baixo
Sítio original: Ativo
(<http://www.chem.iastate.edu/group/Greenbowe/sections/projectfolder/animations/no2n2o4equilV8.html>)

Título: *Sem título*
Autor: Journal of Chemical Education
Descrição: Verificar o resultado da combinação de variadas quantidades relativas de reagentes a diferentes temperaturas
Sítio original: Não ativo
(<http://www.jce.divched.org/JCEDLib/WebWare/collection/reviewed/WW011/jceSubscriber/equilibrium.html>)
Novo Sítio: <http://www.chemeddl.org/>

Título: *The ammonia factory*

Autor: Sprandel (2001)

Descrição: Verificar o efeito que as quantidades de reagentes, a pressão e a temperatura desempenham na produção de amoníaco

Sítio original: Não ativo (<http://gbs.glenbrook.k12.il.us/Academics/gbssci/chem/chem163/projects/factory/factory.htm>)

Arquivo digital através de Archive.org:

<https://web.archive.org/web/20090809060239/http://gbs.glenbrook.k12.il.us/Academics/gbssci/chem/chem163/projects/factory/factory.htm>

Título: *Chemical equilibria*

III

Autor: Blauch (2000)

Descrição: Observar o movimento de êmbolos, as variações de pressão, as alterações de cor, entre outros aspetos

Sítio original: Ativo

(<http://www.chm.davidson.edu/ChemistryApplets/equilibria/BasicConcepts.html>)

Título: *Le Chat II*

Autor: Paiva, Gil e Correia (1998)

Descrição: Observar o movimento microscópico até ao equilíbrio

Sítio original: Não ativo

(http://nautilus.fis.uc.pt/wwwqui/equilibrio/port/eqq_lechat2.html)

Novo sítio: <http://www.mocho.pt/search/local.php?info=local/software/quimica/lechat2.info>

Título: *Le Châtelier's Principle*

Autor: Chang (2000)

II/III

Descrição: Observar de que forma a concentração, a temperatura e/ou a pressão influencia o sistema reaccional. Observar numa representação gráfica a diminuição ou o aumento destas quantidades, a equação da reacção e suas as representações microscópica e macroscópica.

Sítio original: Ativo

(http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/animations/chang_2e/lechateliers_principal.swf)

ÍNDICE DE QUADROS

- 31** **Quadro 1.** Tipologia de abordagens pedagógicas
- 52** **Quadro 2.** Síntese das principais características dos repositórios analisados
- 64** **Quadro 3.** Tipologia de técnicas e instrumentos de recolha de dados
(adaptado a partir de De Ketele & Roegiers, 1993, p. 35)
- 72** **Quadro 4.** Questionários validados de carácter não-
tecnológico utilizados nas investigações
- 72** **Quadro 5.** Questionários validados de carácter
tecnológico utilizados nas investigações
- 77** **Quadro 6.** Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Biologia
- 78** **Quadro 7.** Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Ciências Naturais
- 80** **Quadro 8.** Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Geologia
- 81** **Quadro 9.** Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Física
- 84** **Quadro 10.** Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Matemática
- 87** **Quadro 11.** Tecnologia, pedagogia e conteúdos em Química
- 123** **Quadro 13.** Simulações para o equilíbrio químico (Marques, 2011),
de acordo com a classificação de Fonseca (2006)

ÍNDICE DE FIGURAS

- 24** **Figura 1** Distribuição dos documentos por área científica
- 27** **Figura 2** Abordagens metodológicas
- 28** **Figura 3** Ciclo escolar em que decorreram as investigações
- 29** **Figura 4** Referencial teórico TPACK: conhecimento-
-pedagógico-tecnológico-do-conteúdo
- 30** **Figura 5** Classificação dos recursos multimédia presentes nas investigações
- 32** **Figura 6** Perspetivas pedagógicas subjacentes às investigações
- 59** **Figura 7** Distribuição dos documentos por ano
- 59** **Figura 8** Contexto de produção dos documentos
- 59** **Figura 9** Designação dos documentos elaborados
para a obtenção do grau de Mestre
- 60** **Figura 10** Distribuição dos documentos por instituição
- 60** **Figura 11** Distribuição dos autores e orientadores/
supervisores dos documentos por sexo
- 61** **Figura 12** Distribuição dos documentos por
ano segundo a disciplina em análise
- 62** **Figura 13** Tipologia de desenhos metodológicos
(Campbell & Stanley, 1966; Alferes, Bidarra, Lopes, & Mónico, 2009)
- 68** **Figura 14** Abordagens não experimentais
- 68** **Figura 15** Distritos e regiões em que decorreram as investigações
- 69** **Figura 16** Número de participantes das investigações
- 70** **Figura 17** Instrumentos de recolha de dados
- 71** **Figura 18** Origem e validação dos questionários utilizados nas investigações
- 74** **Figura 19** Análise de dados
- 112** **Figura 20** Interface principal do repositório de RED do Portal das Escolas
- 113** **Figura 21** Interface de apresentação detalhada dos conteúdos
inseridos no repositório de RED do Portal das Escolas
- 114** **Figura 22** Interface de apresentação de alguns recursos sujeitos
a um processo de digitalização, partindo da sua versão analógica,
presentes no repositório de RED do Portal das Escolas
- 115** **Figura 23** Interface de pesquisa da Casa das Ciências
- 116** **Figura 24** Interface de apresentação detalhada dos conteúdos
inseridos no repositório de RED da Casa das Ciências
- 117** **Figura 25** Interface de pesquisa do R21
- 118** **Figura 26** Acesso autenticado à Escola Virtual
- 119** **Figura 27** Interface de pesquisa da Escola Virtual
- 120** **Figura 28** Acesso autenticado à 20 – Aula Digital
- 121** **Figura 29** Interface de pesquisa na opção recursos da 20- Aula Digital

Autores



PAIVA, João Carlos [Coordenação científica]

Doutorado em Química pela Universidade de Aveiro e agregado em Didática na mesma universidade. Atualmente é Professor Associado do Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. É coordenador do núcleo de investigação “Cultura científica, Multimédia e Educação” do Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto (CIQUP). É Diretor do curso de doutoramento “Ensino e Divulgação das Ciências”. Publicou, sozinho ou em coautoria, vários artigos em revistas nacionais e internacionais de Física, Química, Ensino, Tecnologias e outros assuntos. É coautor de três dezenas de livros e de programas de computador e páginas *Web* para o ensino, principalmente no domínio da Química.



MORAIS, Carla [Coordenação executiva]

Nasceu em Valpaços em 1980. É Licenciada em Química, Mestre em Educação Multimédia e Doutorada em Ensino e Divulgação das Ciências pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP). É Professora Auxiliar Convitada e membro da Unidade de Ensino das Ciências nessa Faculdade. É membro do Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto (CIQUP) e responsável pela coordenação da especialização de Educação do Mestrado em Multimédia da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). É membro da Comissão Científica desse Mestrado, do Programa Doutoral em Media Digitais (FEUP) e do Mestrado de Física e Química em Contexto Escolar (FCUP). Publicou artigos em revistas nacionais e internacionais de Química, Ensino e Tecnologias Educativas. Proferiu apresentações e palestras, na área do ensino da Química e dos computadores aplicados ao ensino, em escolas, congressos e encontros científicos. É coautora de manuais escolares, de livros de divulgação científica e de *software* educativo para o ensino da Química e da Física.



MOREIRA, Luciano [Colaborador]

Nasceu no Porto em 1982. É Licenciado em Psicologia pela Universidade de Coimbra e Mestre em Psicologia pela Universidade do Porto. Frequenta o Programa Doutoral em Media Digitais (UT Austin | Portugal) na Universidade do Porto. Participou em diversos projetos sobre a integração educativa dos media digitais. Tem publicado sobre *media* digitais e ensino das ciências em diversos *fora* e revistas nacionais e internacionais.

Fundação Francisco Manuel dos Santos

Estudos Publicados

POLÍTICAS SOCIAIS

Coordenador: Pedro Pita Barros

Desigualdade económica em Portugal [2012]

Coordenador: Carlos Farinha Rodrigues

Informação e saúde [2013], Rita Espanha

Custos da saúde: passado, presente e futuro [2013]

Coordenador: Carlos Costa

Mortalidade infantil em Portugal [2014]

Coordenadores: Xavier Barreto e José Pedro Correia

CONHECIMENTO

Coordenador: Carlos Fiolhais

Escolas para o século XXI [2013], Alexandre Homem Cristo

Que ciência se aprende na escola? [2013]

Coordenadora: Margarida Afonso

Literatura e ensino do Português [2013]

José Cardoso Bernardes e Rui Afonso Mateus

Ensino da leitura no 1.º ciclo do ensino básico: Crenças, conhecimentos e formação dos professores [2014]

Coordenador: João Lopes

A ciência na educação pré-escolar [2014]

Coordenadora: Maria Lúcia Santos

Os tempos na escola: Estudo comparativo da carga horária em Portugal e noutros países [2014]

Coordenadora: Maria Isabel Festas

Ciência e Tecnologia em Portugal:

Métricas e impacto (1995-2011) [2015]

Armando Vieira e Carlos Fiolhais

O multimédia no Ensino das Ciências: Cinco anos de investigação e ensino em Portugal [2014]

João Paiva, Carla Morais e Luciano Moreira

DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO

Coordenadora: Susana Peralta

O cadastro e a propriedade rústica em Portugal [2013]

Coordenador: Rodrigo Sarmiento de Beires

25 anos de Portugal europeu [2013]

Coordenador: Augusto Mateus

A Economia do Futuro: A visão de cidadãos, empresários e autarcas [2014]

Coordenador: João Ferrão Publicado em duas versões: estudo completo e versão resumida

Três décadas de Portugal europeu: balanço e perspetivas [2015],

Coordenador: Augusto Mateus

ESTADO E SISTEMA POLÍTICO

Coordenador: Pedro Magalhães

Avaliações de impacto legislativo:

droga e propinas [2012], Coordenador: Ricardo Gonçalves

Publicado em duas versões: estudo completo e versão resumida

Justiça económica em Portugal [2013]

Coordenadores: Nuno Garoupa, Pedro Magalhães e Mariana França Gouveia, Publicado em 9 volumes

Segredo de justiça [2013], Fernando Gascón Inchausti

Feitura das leis: Portugal e a Europa [2014]

João Caupers, Marta Tavares de Almeida e Pierre Guibentif

Portugal nas decisões europeias [2014]

Coordenadores: Alexander Treschel e Richard Rose

Juízes na Europa: Formação, selecção, promoção e avaliação [2015], Carlos Gómez Ligüerre

O Ministério Público na Europa [2015]

José Martín Pastor, Pedro Garcia Marques e Luís Eloy Azevedo

POPULAÇÃO

Coordenadora: Maria João Valente Rosa

Processos de envelhecimento em Portugal: usos do tempo, redes sociais e condições de vida [2013]

Coordenador: Manuel Villaverde Cabral

Publicado em duas versões: estudo completo e versão resumida

Dinâmicas demográficas e envelhecimento da população portuguesa: 1950-2011 Evolução e Perspectivas [2014]

Director: Mário Leston Bandeira

O estudo sintetiza os principais resultados de um trabalho de investigação acerca do papel do multimédia no ensino das ciências (ao nível básico e secundário) em Portugal a partir da produção científico-pedagógica dos últimos cinco anos com um duplo objectivo: por um lado, retratar a investigação sobre o multimédia no ensino das ciências; por outro lado, dotar a comunidade que se interessa pelo tema com uma ferramenta de consulta simples que permita refletir sobre as práticas de ensino e melhorá-las.

Tendo em conta que o estudo se dirige tanto ao público em geral como à comunidade científico-pedagógica nacional, o presente volume divide-se em duas partes. Após a introdução em que o tema do estudo é contextualizado e a sua pertinência explicitada, apresenta-se uma versão breve que sintetiza os principais resultados e cujo propósito é comunicar com a sociedade. A segunda parte é uma versão extensa, que expõe o tema, apresenta e analisa os resultados de modo pormenorizado. Dos principais resultados extraem-se algumas perspectivas que poderão alicerçar a integração pedagógica da tecnologia a partir da análise das evidências empíricas (*evidence-based practice*).

Ao corpo principal do volume acresce um conjunto de apêndices de carácter técnico, com subsídios indispensáveis a uma leitura mais aprofundada.

