

Professores, Alunos e Recursos Educativos Digitais

Uma investigação em análise

Ana Isabel Costa¹ e Guilhermina Lobato Miranda²

Resumo

Este capítulo analisa uma investigação que desenvolveu um recurso multimédia para ensinar o fenómeno da cor a alunos do 8.º ano do ensino básico. Descrevemos a conceção e validação deste recurso e o seu impacto nos processos de ensino e aprendizagem e no conhecimento dos alunos. Este recurso foi construído especificamente para este estudo, com base no conhecimento sobre o fenómeno da cor recomendada no currículo nacional e nos princípios da teoria cognitiva da aprendizagem multimédia e da teoria da carga cognitiva.

Foi realizado um estudo experimental, com um desenho quase-experimental e uma descrição do processo, onde os participantes do grupo experimental utilizaram o recurso multimédia e os do grupo de controlo os recursos tradicionais (livro de texto, a explicação da professora e exercícios), realizados no contexto das atividades de sala de aula. Foi aplicado um teste de conhecimentos no pré e no pós-teste e no *follow-up*, concebido propositadamente para esta investigação. Na descrição do processo foi utilizada a observação participante nos dois grupos e uma entrevista semiestruturada à professora, que também foi a mesma nos dois grupos.

Os resultados da pesquisa mostram que o grupo experimental evoluiu significativamente no teste de *follow-up* em termos de conhecimentos sobre a cor.

¹ Professora na escola do 3.º Ciclo e do Ensino Secundário do Lumiar. E-mail: ana.morais.costa@gmail.com

² Professora no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. E-mail: gmiranda@ie.ul.pt

Quanto à descrição dos processos de ensino e de aprendizagem, verificou-se que o comportamento dos alunos e da professora foram diferentes nos dois grupos. Por exemplo, o tempo na tarefa e envolvimento dos alunos foram melhores no grupo experimental e o papel da professora foi principalmente centrado nas atividades que estavam a ser desenvolvidas pelos alunos neste grupo e em aulas expositivas no grupo de controlo. Os alunos do grupo experimental também disseram que preferiam aulas com a utilização do recurso multimédia.

Palavras-chave: Ensino multimédia, aprendizagem multimédia, fenómeno da cor

Introdução

Vivemos um tempo de mudança e incerteza e as tecnologias digitais têm desempenhado um papel importante neste processo.

O campo da educação e do ensino não estão imunes a esta tendência. Os cursos a distância, antes olhados como de inferior qualidade pela academia e destinados a pessoas que não podiam frequentar o ensino presencial, são uma realidade que irá crescer nos próximos anos, sobretudo na formação profissional e no ensino superior.

Aos professores serão exigidas novas competências. Não será suficiente dominar um campo disciplinar e métodos de ensino adequados mas ainda ter conhecimentos e competências em tecnologias. O que irá acontecer é que os professores competentes e especialistas de um dado domínio disciplinar não serão substituídos pelas tecnologias mas os que as dominarem irão substituindo os que não as souberem usar.

Não será suficiente saber usar as tecnologias, como pessoas naïfs têm tendência a imaginar. Do mesmo modo não será suficiente ter conhecimentos pedagógicos para ensinar os conteúdos e procedimentos de uma dado campo disciplinar. E, na mesma linha de pensamento, não será suficiente dominar um campo disciplinar para o saber

ensinar. No futuro será necessário formar os professores integrando estas três áreas de conhecimento.

No que à educação e ensino das crianças e jovens diz respeito não há tecnologia à prova do professor. Este é determinante no modo como seleciona e usa as tecnologias para ensinar os conteúdos e procedimentos da sua área disciplinar. São os seus métodos e estratégias de ensino, bem como os recursos que elabora, usa ou reutiliza, que fazem a diferença nos resultados da maioria dos estudantes (Hattie, 2011). Os alunos, as suas características psicológicas, o seu empenho, esforço e disciplina intelectual são também muito importantes para obter bons resultados escolares (Hattie, 2009).

O propósito deste capítulo é relatar uma investigação desenvolvida no âmbito do mestrado em Ciências da Educação, especialidade em Tecnologias Educativas, da Universidade de Lisboa, onde a conceção de um Recurso Educativo Digital Multimédia (RED) para o ensino da Cor, associado a um determinado método de ensino, produziu resultados positivos nos conhecimentos dos alunos, quando comparado com o método que a maioria dos professores usa para ensinar este conteúdo. O RED foi concebido seguindo alguns princípios e resultados da investigação psicológica sobre o modo como os seres humanos processam a informação visual e auditiva e como a partir dessa informação constroem representações mentais sobre os fenómenos em estudo.

O Fenómeno da Cor

O fenómeno da cor é um assunto abstrato que certos alunos têm dificuldade em compreender. Por exemplo, nomear e categorizar as diferentes cores pode ser uma tarefa difícil para as crianças em idade pré-escolar e para adultos iletrados ou pouco alfabetizados (e.g. Luria, 1990). Compreender porque é que percebemos as diferentes cores baseando-nos na explicação física do fenómeno da ótica e do espectro visível,

primeiramente estudado por Newton (1996/1704; Wikipedia, 2011, par. 1) pode ser também uma atividade difícil de entender. O mesmo se pode dizer sobre a compreensão do fenómeno de como obter cores secundárias a partir das primárias por meio de uma estratégia subtrativa ou de uma estratégia aditiva, fenómeno designado de teoria da cor, também estudado por Newton e outros eminentes cientistas antes dele, como Leon Alberti (d.n.1404) e Leonardo da Vinci (d.n.1452). Nos dias de hoje existem uma diversidade de cursos, artigos, recursos educativos digitais e livros sobre a cor e a teoria da cor (e.g. Itten, 1997; Riley II, 1995) que podem apoiar os professores a ensinar melhor este fenómeno e os alunos a compreendê-lo. O RED desenvolvido no âmbito da investigação analisada neste capítulo e o modo como foi usado na prática docente é um contributo neste sentido, i.e., apoiar os professores a conjugar o saber disciplinar, com o pedagógico, por meio da utilização de uma tecnologia digital multimédia.

O Ensino da Cor: Conceção de Um RED

O estudo da cor faz parte do currículo do 3º ciclo do ensino básico (ME, 2001). O 8º ano é o ano ideal para a utilização do Recurso Educativo Digital (RED) desenvolvido e testado neste estudo, uma vez que é neste ano que é dada maior ênfase ao estudo da cor. É também neste ano que este tema pode ser abordado de forma transversal com a disciplina de Físico-Química. Destina-se preferencialmente a jovens entre os 12 e os 16 anos de idade. A escolha pela conceção e desenvolvimento de um Recurso Educativo Digital Multimédia e sua implementação num CD-ROM serão justificadas posteriormente.

Multimédia e Aprendizagem

O multimédia é a associação de imagens (fixas ou em movimento) e palavras (escritas ou faladas) num mesmo recurso (Mayer, 2009). A aprendizagem multimédia é a construção de representações mentais a partir da observação do que foi visto e ouvido (ibidem). A instrução multimédia é a conceção de recursos multimédia com o objetivo de melhorar a aprendizagem (ibidem).

Sabe-se hoje que os seres humanos aprendem melhor um qualquer conteúdo quando durante a exposição são associadas palavras e imagens do que só palavras ou só imagens. É o primeiro princípio da aprendizagem multimédia descrito por Mayer (2009). Esta associação deve obedecer a uma série de outros princípios, ou seja, não basta associar palavras e imagens é preciso fazê-lo de determinada maneira. É aqui que reside o ‘segredo’ ou o conhecimento que deve estar presente na conceção e desenvolvimento de recursos multimédia destinados ao ensino.

Atualmente existem duas teorias influentes sobre a aprendizagem multimédia: a teoria cognitiva da aprendizagem multimédia de Richard Mayer e a teoria da carga cognitiva de John Sweller e Paul Chandler; e vários modelos instrutivos que integram alguns dos princípios da aprendizagem multimédia incluídos nestas teorias, decorrentes de estudos experimentais. O modelo instrutivo mais conhecido, destinado ao ensino de aprendizagens complexas, é o de quatro componentes, designado de 4C-ID, desenvolvido por van Merrinböer (2009).

Os Modelos Instrutivos presentes na Conceção do RED

No desenvolvimento deste RED foram usados dois modelos: o modelo cognitivista de instrução direta desenvolvido por Richard Mayer (2005), designado de SOI (*Selecting, Organizing, Integrating* - Seleção, Organização, Integração) e o modelo

motivacional de John Keller (1983), designado de ARCS (*Attention, Relevance, Confidence & Satisfaction*).

O primeiro modelo assenta na premissa de que para que a aprendizagem ocorra é necessário desenvolver três processos cognitivos na construção de conhecimento: seleção, organização e integração da informação. A instrução deverá ser desenhada de forma a ajudar o aluno a identificar a informação relevante, a compreender a nova informação e a integrar essa informação na sua estrutura cognitiva.

O segundo modelo refere que é necessário desenvolver estratégias para motivar os alunos para a aprendizagem, identificando quatro categorias de estratégias: captar a Atenção dos alunos, direcionar a atenção para o que é Relevante, transmitir Confiança de que será capaz de atingir os objetivos formulados e reforçar o esforço do aluno o que lhe dará Satisfação.

Embora estes princípios sejam genéricos e possam ser aplicados a várias situações de ensino e aprendizagem, vamos descrever sumariamente como foram aplicados no desenvolvimento do RED em análise.

O CD-ROM assenta nas três etapas fundamentais descritas no modelo de Mayer:

1) Seleção de informação: São apresentados de forma clara os conteúdos e objetivos da instrução para que os alunos tomem conhecimento do que é importante aprender. A informação é apresentada de forma concisa e consistente sem desvios para matérias irrelevantes, promovendo a atenção e concentração dos alunos e evitando a sobrecarga cognitiva;

2) Organização da informação: Os conteúdos estão organizados de forma a terem uma estrutura compreensível. Embora não exista uma sequência obrigatória de exploração, a relação entre os diversos temas permanece observável. Para facilitar a

identificação e exploração dos conteúdos estes estão sempre acompanhados de representações gráficas de suporte;

3) Integração da informação: Em cada secção de conteúdos o CD-ROM contém exemplos, jogos e atividades que favorecem a integração de conhecimentos.

O modelo de Keller traduziu-se no desenvolvimento do CD-ROM numa combinação cuidada de textos e imagens apelativos. Para manter a atenção dos alunos durante a exploração do recurso procurámos a variabilidade, alternando a forma de apresentação de informação entre imagem estática, texto escrito, áudio e vídeo, tentando aplicar alguns dos princípios da teoria da carga cognitiva como evitar a redundância e sinalizar a informação (exemplos: Não ter a mesma informação escrita e dita, mas antes ter uma imagem descrita oralmente; sinalizar a parte do texto ou imagem que está a ser explorada).

Despertar a curiosidade não é suficiente para manter o aluno motivado. Para alcançar este objetivo é necessário ter conteúdos e atividades relevantes. Por isso, desenvolvemos conteúdos e atividades que estivessem em sintonia com os objetivos a alcançar pelos estudantes. Utilizámos simulações e apresentámos exemplos ilustrativos relacionados com situações reais. Mostrámos também que a nova informação se relaciona com conhecimentos que o aluno já possui e que é passível de ser utilizada em novas situações.

Transmitir confiança ao aluno, fazendo-o sentir que é capaz de encontrar sucesso na aprendizagem é uma forma de manter a motivação do aluno. Para dar resposta a esta premissa indicámos de forma clara os objetivos do CD-ROM, adequámos o nível de exigência das tarefas ao público-alvo e criámos situações onde usar o reforço positivo. A quarta categoria estratégica do modelo de Keller, a satisfação, refere-se à atribuição de recompensa pelo esforço realizado pelo aluno. Em cada unidade temática do CD-

ROM foram criadas atividades lúdicas com um sistema de pontuação. Ao aluno é fornecida ajuda quando realiza uma ação incorreta e dada uma resposta de estímulo positivo quando cumpre a tarefa com sucesso.

Implementação do RED

Um RED pode ser implementado em vários suportes. Neste estudo optou-se por desenvolver um CD-ROM, mas não deixou de ser tida em conta a sua exploração na Internet. Assim, a estrutura e o peso dos objetos que integram este recurso foram adaptados à possível divulgação *online*. A escolha do suporte CD-ROM teve em consideração a possibilidade que este formato permite de utilização mesmo quando não existe ligação à Internet. Assim os alunos e professores podem usar este recurso tanto na escola como em casa mesmo quando não existe ligação à Internet ou quando esta está com falhas de acesso.

Os Conteúdos do RED

Os conteúdos do CD-ROM visam que os alunos:

- 1) Compreendam a cor dos objetos como resultado da absorção e reflexão seletivas das ondas luminosas pela matéria;
- 2) Compreendam as diferenças entre síntese aditiva da luz e síntese subtrativa dos pigmentos;
- 3) Conheçam as cores primárias e secundárias da síntese aditiva e da síntese subtrativa;
- 4) Sistematizem as cores e os tons nos seus vários graus de saturação e claro-escuro;
- 5) Compreendam os vários tipos de contrastes;

6) Conheçam algumas sistematizações propostas por teóricos sobre a cor (Goethe, Newton, Chvreul, Ostwld, Itten, Küppers);

7) Conheçam a normalização da cor para ser usada em várias indústrias;

E ainda...

Promova a curiosidade pelas artes visuais, o espírito de descoberta e de experimentação e a realização de projetos de carácter artístico que envolvam os conteúdos apresentados.

Para alcançar os objetivos propostos o CD-ROM está organizado em cinco unidades temáticas: (i) O Fenómeno, unidade onde se explora o fenómeno científico que explica a existência da cor. São também dados a conhecer alguns dos teóricos e os seus modelos; (ii) Luzes e Pigmentos. Nesta unidade é feita a distinção entre mistura aditiva e mistura subtrativa de cores; (iii) Qualidade da cor, onde se identificam as qualidades das cores quanto a saturação, tom e luminosidade; (iv) Contrastes. Nesta unidade são caracterizadas algumas das relações de contraste possíveis entre as cores:

complementar, claro/escuro, quente/frio, sucessivo e simultâneo; (v) Simbologia da cor.

Unidade destinada à apresentação da vertente simbólica das cores.

Cada uma das Unidades Temáticas está organizada em quatro propostas de atividades com as seguintes designações e características: (1) Aprende, onde é apresentada informação explícita através de textos, imagens e vídeos sobre os conteúdos específicos das várias unidades; (2) As Cores dos Mestres, onde são exibidos exemplos de obras pictóricas que manifestam de forma perceptível os conceitos anteriormente abordados; (3) Joga, onde os alunos podem fazer a avaliação da aprendizagem realizada participando em atividades lúdicas como *quizzes*, jogos de associação de ideias e puzzles; (4) Experimenta, onde são sugeridas atividades práticas que podem ser realizadas em vários contextos, entre eles a sala de aula. É aqui que se propõe a

transferência do conhecimento adquirido para a realização de projetos e solução de problemas.

A Produção do RED “Num Mundo a Cores”

O programa *Adobe Flash CS3 Professional* foi a aplicação base com a qual todo o CD-ROM foi construído. Como esclarecem Finkelstein & Leete (2007) com este programa podem ser criadas simples animações ou *websites* completos onde é possível integrar simultaneamente texto, imagem, botões interativos, componentes de interface e animações. Este programa tem ainda a vantagem de exportar os ficheiros finais num formato completamente compatível com a sua publicação na Internet, o que é indispensável quando se admite a eventual disponibilização dos conteúdos do CD-ROM na *web*.

O produto final é compatível com as plataformas *Windows*, *Macintosh* e *Linux*. Para correr basta que esteja instalada no computador a versão oito, ou superior, do leitor *Flash Player*, *software* gratuito.

Utilizámos ainda na produção deste recurso os seguintes programas informáticos:

- *Adobe Illustrator CS3*, para a criação das imagens utilizadas nos fundos da interface, ícones, botões e outras;
- *Adobe Photoshop CS3*, para edição de imagens;
- *Audacity 1.3*, para captura e edição de áudio;
- *Windows Movie Maker 6.0* e *PhotoStory 3.0*, para edição de filmes

Interatividade e ajuda.

Uma das características fundamentais numa aplicação multimédia é o seu carácter de objeto interativo. Segundo Stemler (1997) a interatividade é a grande

diferença entre a aprendizagem realizada com livros e a aprendizagem realizada com multimédia.

Com base neste conceito concebemos o CD-ROM tendo o particular cuidado de proporcionar a exploração dos seus conteúdos através de um diálogo ativo entre a máquina e o utilizador, o qual “ao clicar em áreas sensíveis obtêm resposta imediata do *software* educativo multimédia, o que lhe desperta, de certo modo, o desejo de explorar o documento para ver o que vai encontrar” (Carvalho, 2005, p. 69).

A disponibilização de um sistema de ajuda que viabilize uma utilização e uma navegação orientadas, onde o utilizador se sinta acompanhado mas ao mesmo tempo autónomo, é também uma forma de interatividade fundamental, assim como um sistema de *feedback* em torno das atividades propostas. O CD-ROM dispõe de uma secção de ajuda e de um mapa de navegação constantemente acessíveis ao utilizador. Para além disso, em estilo *rollover*, sobre determinados botões, é proporcionada a informação sobre as suas ações.

Os jogos que integram este recurso contemplam uma série de tarefas desenvolvidas em torno de um sistema de *feedback*. Quando as tarefas são concluídas com sucesso surgem expressões de congratulação e quando esse sucesso não se verifica aparecem mensagens de informação negativa acompanhadas de palavras de estímulo e encorajamento a melhorar ou a tentar de novo.

Estrutura e navegação.

O CD-ROM foi concebido com uma estrutura equivalente à de um *website*, o que permite a disponibilização dos seus conteúdos *online*.

Para a organização do CD-ROM optámos por estrutura em árvore na qual cada nó apresenta apenas um ascendente mas disponibiliza mais do que um descendente (Fig. 1). Esta estrutura tem a vantagem de ser simples e ao mesmo tempo versátil.

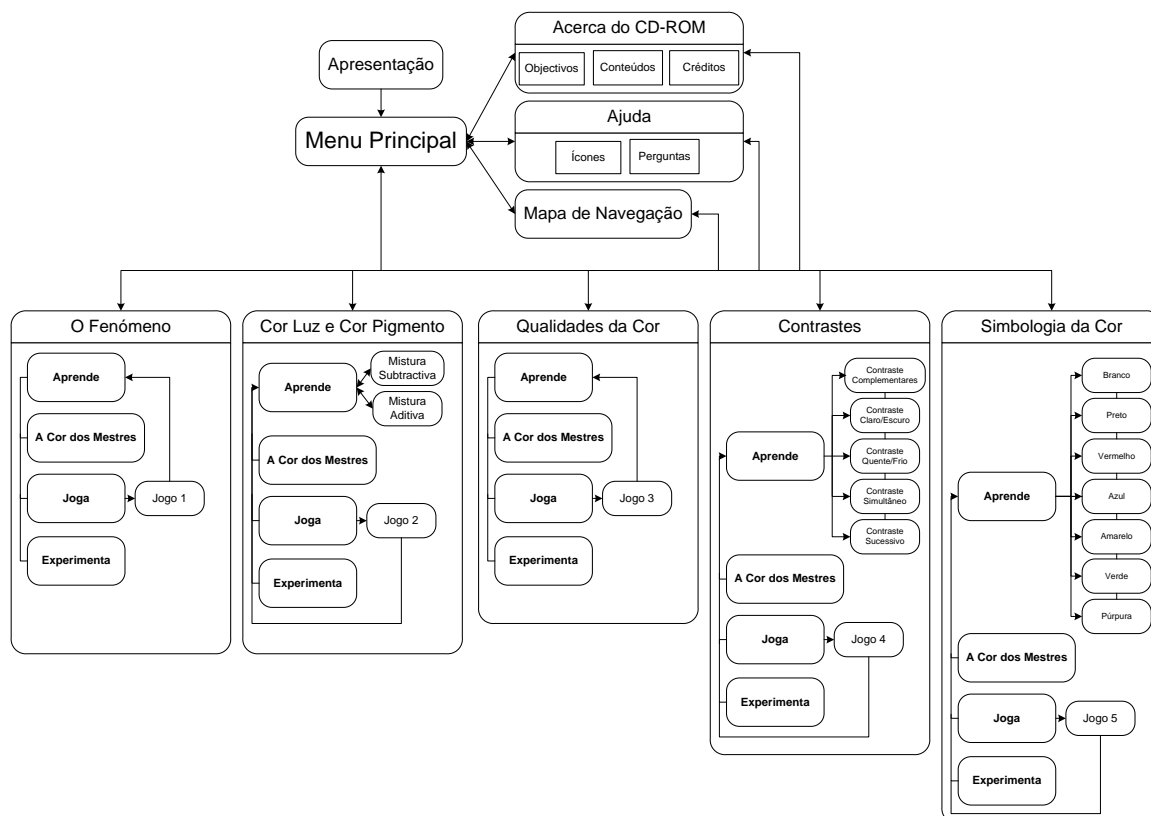


Figura 1. Arquitetura da Informação do CD-ROM “Num Mundo a Cores”

O CD-ROM inicia-se automaticamente pois dispõe de um dispositivo de *autorun*. A aplicação abre em ecrã total e surge a janela principal com uma mensagem de apresentação em formatos de texto e narração áudio, onde são explicitados os objetivos do CD-ROM e algumas informações sobre o seu funcionamento. O utilizador é então convidado a clicar no botão “entrar” para aceder à janela “entrada”, local de onde se parte para todas as unidades temáticas (Fig. 2).



Figura 2. Ecrã de apresentação

O ecrã apresentado na Fig. 3 mostra as unidades temáticas como se estas fizessem parte de um percurso. Embora o utilizador possa optar em qualquer momento por qualquer uma, existe uma ordem que é sugerida através de uma linha cinzenta interrompida que indica um sentido e uma sequência a percorrer através dos temas.



Figura 3. Ecrã de entrada

Para uma boa navegação, segundo Rouet & Potelle (2005), as páginas nas quais se exibem os conteúdos, especialmente quando concebidos para fins pedagógicos, devem apresentar um esquema claro, títulos, indicação do assunto e estrutura de parágrafos definida. Assim, definimos um esquema de página (*layout*) que funciona como moldura dentro da qual são abertos, num segundo nível, todos os outros conteúdos. Nesta moldura estão sempre disponíveis, e sempre na mesma posição cinco botões: os botões fundamentais que permitem o contínuo regresso direto à página de entrada e o fecho da aplicação, e os botões que facultam ao utilizador o acesso à ajuda, à informação sobre o CD-ROM e ao mapa de navegação (cf. Fig. 2 e 3)

É dentro desta moldura principal que os vários conteúdos são apresentados quando acionados os respetivos botões. Cada unidade temática é então exibida num segundo esquema de página, no qual existe um menu lateral que, evocando quatro separadores, proporciona o acesso às quatro secções: Aprende, As Cores dos Mestres, Joga e Explora (Fig. 4).



Figura 4. Ecrã do separador Aprende da unidade temática Luz e Pigmentos

O mapa de navegação proporciona uma perspetiva global do conjunto “permitindo ao utilizador percecionar os conteúdos e estrutura de um *site*” (Shapiro, 2005, p. 313). Tendo em consideração o público-alvo do CD-ROM optámos por apresentar um mapa de navegação simples e claro pois, conforme Rouet & Potelle (2005) afirmam, este formato é o mais adequado a utilizadores menos experientes.

A navegação de uma aplicação hipermédia é em grande parte determinada pelo seu tipo de estrutura. Procurámos, com as opções tomadas, criar um recurso que permitisse autonomia e liberdade de exploração mas que oferecesse simultaneamente orientação de forma não impositiva.

Características da interface.

“Em termos práticos, pode dizer-se que a interface de um sistema multimédia é constituída pelo que o utilizador vê no ecrã e pelas possibilidades de interação que com o sistema pode estabelecer” (Costa, 1998, p. 17). É na qualidade desta relação que assenta em grande parte a eficácia de um recurso multimédia educativo pois, segundo Lima & Capitão (2003), um desenho da interface bem concebido garante que a atenção dos alunos se foca nos conteúdos enquanto que um mau desenho pode ser motivo de distração do que é essencial. Analisámos a interface do CD-ROM em torno de dez eixos: resolução de ecrã, esquema de página, metáforas, cores, fontes, texto, imagens, animações, áudio e vídeo.

Resolução – A decisão sobre a resolução a adotar na conceção de uma aplicação deve ser sempre tomada tendo em conta a diversidade dos equipamentos que os utilizadores irão usar. Se se optar por uma resolução que ultrapasse os limites possíveis de um ecrã, serão provocados rolamentos (*scrolling*) horizontais ou verticais no monitor do utilizador o que irá prejudicar a visualização do conjunto total de uma página. Assim, Lima e Capitão (2003) sugerem que se utilize a menor resolução possível, garantindo uma melhor solução para ecrãs mais pequenos. Segundo Finkelstein e Leete (2007) a aplicação que for testada e funcionar numa resolução de 640 x 480 pixéis garantidamente será visualizada na íntegra em resoluções de 800x600 e de 1024 x 768, os formatos mais utilizados presentemente. No entanto será também importante não esquecer que uma aplicação com esta resolução ficará extraordinariamente pequena

num monitor de 1280 x 1024. Optámos por uma resolução de 800x600 por ser uma solução intermédia e portanto facilmente adaptável a diversas situações.

Esquema de página (*layout*) – Consistência e coerência foram os pilares das decisões tomadas na conceção dos esquemas de páginas. Procurámos manter uma estrutura sempre idêntica e simples com o objetivo de criar familiaridade e segurança na navegação e evitar a dispersão dos utilizadores para elementos supérfluos.

Também evitámos recorrer à utilização de rolamentos de navegação (*scroll*) uma vez que não “são aconselháveis pois tornam impossível a visão geral de todas as opções de conteúdo disponíveis” (Lima & Capitão, 2003, p. 140).

Metáforas – Utilizámos metáforas na conceção das imagens dos botões dos menus. No entanto, e com a finalidade de facilitar a interpretação das ações dos mesmos, em vários casos optámos por adicionar rótulos.

Cores – Optámos por cores pouco saturadas para a moldura principal e para o fundo dos separadores, uma vez que pela natureza do tema do CD-ROM, a diversidade cromática seria uma constante.

O contraste entre o texto e o fundo foi sempre garantido recorrendo, na maioria das situações, à alternância entre o cinza escuro e o branco.

Fontes – Escolhemos *verdana*, uma fonte simples, de fácil interpretação e sem serifas, o que facilita a leitura no monitor. Também com a preocupação do esforço de leitura evitámos palavras em maiúsculas e nos textos corridos aplicámos a dimensão de doze pontos.

Para o título do CD-ROM, presente na moldura principal, usámos a fonte *brushcut*.

Texto - O texto, sempre que possível, foi escrito num tom amigável e personalizado pois segundo Clark & Mayer (2003), e de acordo com a teoria cognitiva,

os utilizadores tentarão assim esforçar-se mais por compreender o computador uma vez que o identificam como um parceiro de conversação.

Não utilizámos rolamentos de navegação de texto pois não só prejudicam o ritmo da leitura como em determinadas situações separam visualmente o texto das imagens a que este se refere o que na perspectiva de Clark & Mayer (2003) não deve acontecer, pois provoca o efeito da atenção dividida estudado por Chandler e Sweller (1991, 1992).

Procurámos criar textos sucintos e sempre que necessário usámos a distribuição de conteúdos mais longos por páginas múltiplas.

Os enunciados das atividades propostas para realização prática são passíveis de impressão, uma vez que se pressupõe a sua utilização num contexto em que o computador não está presente.

Imagens – Na conceção e produção de imagens optámos pelos formatos *Joint Photographic Expert Groups* (JPEG) e *Portable Network Graphics* (PNG). Temos preferência ao formato PNG pois este oferece a possibilidade de retirar o fundo de imagens com o uso do canal alfa.

Para as ilustrações e produção dos vídeos recorremos a bancos de imagens gratuitos e repositórios que permitem a utilização de imagens quando estas são usadas para fins educativos e não comerciais. Foram respeitados os direitos de autor e identificadas as fontes.

Animações – Quase não recorremos a animações, exceto nos botões, pois estas podem ser motivo de dispersão da atenção do essencial para o acessório.

Áudio - Efeito da modalidade, as pessoas realizam uma aprendizagem mais profunda quando os conteúdos visuais, quer imagens quer animações, são explicados por narração áudio em vez de texto escrito. (Clark & Mayer, 2003)

Seguindo as recomendações de Clark & Mayer (2003), perante o texto longo e a ausência de imagens, na apresentação recorreremos à narração áudio. No entanto, sempre que a informação se resume a texto escrito simples como, por exemplo, nas propostas de atividades ou a texto escrito acompanhado de elementos gráficos, não existe áudio evitando assim o princípio da redundância.

Vídeo – Concebemos os guiões e produzimos quatro vídeos de curta duração. Os vídeos têm como principal objetivo permitir a visualização de conteúdos particularmente imagéticos, com o recurso à narração simultânea.

Os vídeos suportam uma barra de comandos que permitem reproduzir, fazer pausa, voltar ao início, avançar, recuar, e regular o som, obedecendo aos princípios da segmentação e controlo por parte do aprendiz, preconizados pela teoria cognitiva da aprendizagem multimédia.

Validação do RED

Antes de disponibilizar o recurso educativo aos alunos, optámos por solicitar a um grupo de especialistas que fizessem a validação do CD-ROM tendo em conta os seguintes aspetos: qualidade formal e funcional e conteúdo científico.

A um especialista da área de multimédia foi entregue uma cópia do CD-ROM para que realizasse uma avaliação em termos de arquitetura de informação, qualidade de elementos multimédia (grafismo, ilustração, áudio, vídeo), navegabilidade, usabilidade e interatividade. Solicitámos ainda que complementasse esta apreciação com sugestões que considerasse pertinentes. A resposta a este pedido foi enviada via e-mail e a partir das sugestões dadas procedemos às alterações necessárias no protótipo.

Continuámos o processo de validação pedindo a especialistas na área da educação, cinco professores de Educação Visual, que avaliassem a organização e a

correção dos conteúdos científicos através do preenchimento de uma grelha que elaborámos previamente com o objetivo de auxiliar a recolha de pareceres.

A partir das avaliações feitas pelos professores introduzimos as alterações que foram sugeridas e passámos à fase de aplicação prática do recurso multimédia “Num Mundo a Cores”, i.e., à sua validação empírica.

O Estudo Empírico

Método

Usámos um *design* quase-experimental, com pré-teste (O1), pós-teste (O2) e follow-up (O3), junto de uma Classe Experimental e uma Classe de Controlo do 8º ano do ensino básico, com descrição do processo. No Quadro 1 está representado o *design* da dimensão experimental da investigação.

Quadro 1

Design da investigação

Grupo Experimental	O ₁	X	O ₂	O ₃
Grupo de Controlo	O ₁		O ₂	O ₃

O pré-teste serviu esta função e permitiu ainda estabelecer a equivalência dos grupos. O Grupo Experimental (GE) teve acesso ao CD-ROM “Num Mundo a Cores” em aulas da disciplina de Educação Visual (EV) e o Grupo de Controlo (GC) realizou a mesma aprendizagem segundo um modelo expositivo, com recurso ao manual e a exercícios (modelo habitual de ensino da temática da Cor no 8º ano).

O pós-teste foi realizado logo após o ensino da unidade didática da Cor e o follow-up duas semanas após o pós-teste.

Para recolher dados do processo nas duas classes foi utilizada a observação das classes em funcionamento e realizada uma entrevista à professora (a mesma nas duas turmas).

Participantes

Duas turmas intactas do 8º ano do ensino básico, retiradas ao acaso: uma que funcionou com GE e a outra como GC, e uma professora de EV, de uma escola pública do 3º ciclo do ensino básico e do ensino secundário da região de Lisboa.

Ambas as turmas eram constituídas por 18 alunos e apresentavam uma distribuição equilibrada quanto ao género: 9 rapazes e 9 raparigas no GE e 7 rapazes e 11 raparigas no GC.

As idades dos alunos variavam entre os 13 e os 16 anos e a média era semelhante nas duas turmas (14 anos no GC e 15 anos no GE), situando-se a maioria dos alunos entre os 14 e os 15 anos.

O nível socioeconómico das famílias dos alunos das duas turmas era semelhante, sendo que as profissões dos pais e das mães eram pouco diferenciadas, predominando os vendedores, trabalhadores de serviços e operários não qualificados.

Quanto ao rendimento escolar só sete dos 36 alunos nunca tinham repetido um ano, havendo cerca de metade dos alunos em cada turma que apresentavam duas retenções ao longo do seu percurso escolar. As classificações ao nível da Educação Visual eram semelhantes nas duas turmas, sendo a média do GE de 3,4 e de 3,3 no GC (na escala de 0 a 5 valores).

Instrumentos

Ao longo do estudo foram aplicados dois questionários diferentes, ambos de respostas fechadas.

No momento de aplicação dos questionários foram dadas as explicações úteis sobre o seu conteúdo e preenchimento, como sugerem Quivy & Campenhoudt (2003). Foram garantidos o anonimato e a confidencialidade das respostas.

Os questionários foram alvo de tratamento estatístico, recorrendo à utilização do programa informático SPSS versão 16.0, que permitiu comparar as respostas e analisar relações entre as variáveis

O primeiro questionário foi aplicado no início da investigação e teve como objetivo caracterizar a população-alvo. Este questionário foi utilizado para obter informações factuais, como o nome, a idade e o sexo, e informações sobre perceções dos sujeitos relativamente à sua relação com a disciplina de Educação Visual e ao tipo de utilização e grau de frequência que fazem do computador pessoal.

O segundo questionário, composto por 15 questões fechadas de escolha múltipla, avaliava os conhecimentos dos alunos e funcionou como instrumento de pré-teste, pós-teste e follow-up. Incluía questões relacionadas com os conteúdos programáticos que foram abordados no CD-ROM e nas aulas expositivas.

Foi aplicado a ambas as turmas em três momentos diferentes:

- Imediatamente antes da leção dos conteúdos programático, tendo como objetivo diagnosticar o nível de conhecimento com que cada turma iniciava o estudo e qual o grau de equivalência entre ambas;
- Imediatamente a seguir à abordagem dos conteúdos programáticos, para aferir as alterações ao nível dos conhecimentos de ambos os grupos;

- Duas semanas após a leção dos conteúdos programáticos, como instrumento de follow-up, para verificar a diferença entre os grupos no que diz respeito à retenção de informação a longo prazo, importante quando se avalia a aprendizagem dos alunos.

A observação foi participante e realizada nas duas turmas em quatro momentos diferentes: duas observações na turma experimental e duas observações na turma de controlo.

A entrevista à professora foi realizada após o ensino da Unidade Temática, quer na turma experimental quer na turma de controlo, gravada, transcrita e sujeita a análise de conteúdo. Incidiu sobre a perceção da professora sobre a experiência realizada, as dimensões pedagógicas que considerava comuns e diferentes nas duas turmas, o comportamento dos alunos, o seu próprio comportamento e a avaliação do RED.

Aos alunos da turma experimental foi fornecido, antes da exploração do RED, um roteiro de cinco páginas, para os ajudar a explorar o CD-ROM, tendo em conta que muitos estudantes têm tendência a explorar de forma desordenada os recursos multimédia. Nele estavam indicados os objetivos do recurso e a forma de o explorar, desde a inserção na *drive* do computador até à utilização dos botões das barras e menus de navegação.

Procedimento

O Quadro 2 apresenta uma síntese do procedimento metodológico desenvolvido durante a recolha de dados.

Quadro 2

Procedimento desenvolvido durante a recolha de dados

Sessões	Tempo	Instrumentos de recolha de dados	Atividade	
			Grupo Experimental Turma x	Grupo de Controlo Turma y
Nº1	20 min.	Questionário O ₁	Pré-Teste	Pré-Teste
	60 min.	Notas de campo	Utilização do CD-ROM	Aula expositiva
	10 min.	Questionário O _{2a}	Primeira parte do pós-teste	Primeira parte do pós-teste
Nº2	80 min.	Notas de campo	Utilização do CD-ROM	Aula expositiva
	10 min.	Questionário O _{2b}	Segunda parte do pós-teste	Segunda parte do pós-teste
Nº3	20 min.	Questionário O ₃	<i>Follow-up</i>	<i>Follow-up</i>
Nº4	15 min.	Entrevista	Recolha de opiniões sobre a aplicação do CD-ROM em contexto de sala de aula (Professora)	

Resultados

Apresentamos primeiro os resultados do pré, pós-teste e follow-up e depois os decorrentes das observações e entrevista à professora.

Os resultados no questionário aplicado nos três momentos de observação, para avaliar os conhecimentos dos alunos sobre o fenómeno da cor, foram expressos em percentagens de respostas corretas.

Antes de aplicarmos o teste de Levene para determinar se existiam diferenças entre os dois grupos no pré, pós-teste e follow-up, verificámos se a distribuição dos resultados nos dois grupos se comportava segundo uma distribuição normal (o teste à normalidade de Kolmogorov-Smirnov), o que se veio a confirmar. No GC os valores de

P obtidos nos três momentos de observação foram sempre superiores a 0.05, o que denota uma distribuição normal (pré-teste $P=0.639$, pós-teste $P=0.809$; e follow-up $P=0.753$). No GE os valores de P obtidos nos três momentos de observação foram também superiores a 0.05 (pré-teste $P=0.906$, pós-teste $P=0.832$; e follow-up $P=0.407$).

No Quadro 3 apresentamos a estatística descritiva dos resultados dos dois grupos nos três momentos de observação e no Quadro 4 os resultados do teste de Levene com uma margem de erro de 10%, para verificar se existia igualdade ou não das variâncias nos resultados dos dois grupos, nos três momentos de observação.

Quadro 3

Médias e Desvios-padrão obtidos pelas GE e GC no Pré e no Pós-Teste e no Follow-up

Turma		N	Média	Desvio Padrão
observação 1	Turma controlo	18	52,7222	9,80429
	Turma experimental	18	52,1944	12,69569
observação 2	Turma controlo	18	71,2500	11,44327
	Turma experimental	18	75,7222	9,64856
observação 3	Turma controlo	18	62,3889	12,15773
	Turma experimental	18	70,0556	13,80099

Quando trabalhámos com uma margem de erro de 5%, não se registaram diferenças estatisticamente significativas nem no primeiro momento de avaliação (pré-teste, $SIG=0.890$ $P>0.05$ não se podendo rejeitar a H_0 , tendo que assumir que as variâncias eram iguais), nem no segundo momento (pós-teste, $SIG=0.214$ $P>0.05$ não se podendo rejeitar a H_0), nem ainda no terceiro momento (Follow-up, $SIG=0.086$ $P>0.05$). Estes resultados seriam à partida expectáveis pois a amostra com que trabalhámos era muito reduzida ($n=36$). Contudo, mesmo com esta pequena amostra, os resultados do follow-up, quando testados com uma margem de erro de 10%, e apenas

neste terceiro momento de avaliação, mostraram que eram estatisticamente significativos a favor da Turma Experimental (Follow-up, SIG=.086 $P<0.10$), conforme se pode observar no Quadro 4.

Quadro 4

Teste de Levene com uma margem de erro de 10%

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	90% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
observação 1	Equal variances assumed	,419	,522	,140	34	,890	,52778	3,78083	-5,86533	6,92088
	Equal variances not assumed			,140	31,957	,890	,52778	3,78083	-5,87679	6,93235
observação 2	Equal variances assumed	1,397	,245	-1,268	34	,214	-4,47222	3,52801	-10,43782	1,49337
	Equal variances not assumed			-1,268	33,056	,214	-4,47222	3,52801	-10,44259	1,49815
observação 3	Equal variances assumed	,037	,848	-1,769	34	,086	-7,66667	4,33511	-14,99702	-,33632
	Equal variances not assumed			-1,769	33,468	,086	-7,66667	4,33511	-15,00028	-,33305

Podemos concluir que o ensino e aprendizagem da cor com recurso ao produto multimédia em suporte CD-ROM “O Mundo das Cores” favoreceu a retenção da informação a longo prazo, o que nos parece um resultado importante. Pensamos que, como refere Pinto (1992), um dos objetivos da aprendizagem escolar é a retenção a longo prazo de informação pertinente, sobre diferentes assuntos e tópicos disciplinares, e que uma pessoa instruída deve fazer prova, sempre que necessário, desses conhecimentos adquiridos.

Do tratamento dos dados da observação realizada nas duas turmas, salientámos que: (i) Na Turma de Controlo a professora transmitiu a informação num formato predominantemente oral, usando o quadro para sistematizar alguns conceitos e fez

circular um livro entre os alunos, de forma algo desorganizada, que continha representações gráficas dos conceitos explicados. Na generalidade os alunos tiveram dificuldade em manter a atenção, havendo alguns que perturbavam constantemente o decorrer das aulas, o que levava a professora a interromper o discurso e ter que admoestar estes alunos. Os alunos fizeram poucas perguntas e intervenções pertinentes mesmo quando solicitados pela professora e poucos alunos (n=3) gostaram destas aulas predominantemente expositivas; (ii) Na Turma Experimental a professora adotou um papel de gestora e orientadora do percurso dos alunos na exploração do RED, esclarecendo dúvidas, elucidando caminhos mas dando mais autonomia aos alunos. Na generalidade os alunos manifestaram índices de envolvimento na tarefa elevados e interesse em explorar o recurso e o roteiro sugerido. A maioria dos alunos revelou desejo em ter mais aulas com o formato das que foram lecionadas com o RED.

Os papéis dos alunos e da professora foram diferentes nas aulas com e sem o RED, como acabámos de sumariamente descrever.

Os resultados da entrevista à professora podem ser sumariados do seguinte modo: A professora não utilizava habitualmente as tecnologias digitais nas suas aulas e afirmou que os seus colegas também não o faziam. Os poucos que as usavam faziam-no para projetar imagens e vídeos, tendo em vista ilustrar conceitos. Disse ainda que não usava mais por falta de formação neste domínio e desconhecimento dos recursos educativos digitais existentes. Referiu que lhe agradou ter usado o CD-ROM “Num Mundo a Cores” com os alunos de uma das suas turmas, pois verificou que estes se envolveram, estiveram mais atentos e se interessaram mais pela aprendizagem. Considerou ainda que o RED estava bem concebido, era motivador para os alunos e que o formato multimédia interativo de apresentação dos conteúdos era favorável à

explicitação dos conceitos inerentes à aprendizagem do fenómeno da cor, facilitando a visualização de conceitos abstratos e também a retenção da informação. Por fim salientou que o roteiro em papel dado aos alunos para explorar o CD-ROM foi fundamental na manutenção da atenção e na exploração ordenada do RED.

Conclusões

O desenvolvimento e os resultados deste estudo permitem-nos tirar as seguintes conclusões:

- (i) Que existiam no ano de 2009 em língua portuguesa poucos RED de qualidade e adaptados ao currículo nacional para ensinar o fenómeno da cor; o protótipo desenvolvido e validado neste estudo foi um contributo nesse sentido;
- (ii) Que um RED bem concebido, tendo em conta os princípios da teoria cognitiva da aprendizagem multimédia e da teoria da carga cognitiva, e ainda alguns dos princípios gerais do multimédia, como o da interatividade, são essenciais para manter a atenção e concentração dos alunos e ainda produzir resultados favoráveis na retenção da informação na memória a longo prazo, que deve ser um dos objetivos da aprendizagem escolar;
- (iii) Que o papel do professor se altera quando são introduzidos recursos digitais no processo de ensino e aprendizagem, passando de transmissor de informação a gestor, orientador e corretor dos percursos de aprendizagem dos alunos, dando pistas e sugestões de exploração e ainda corrigindo as suas falhas e erros. Resultados similares foram registados em outras investigações (e.g. Schofield, 1995);
- (iv) Que os alunos preferem as aulas com apoio em RED com as características do CR-ROM “Num Mundo a Cores” do que as aulas meramente expositivas,

mesmo que com recurso ao computador; se mantêm mais atentos e envolvidos nas tarefas e consequentemente, como referimos antes, obtêm melhores resultados em provas de conhecimento que apelam à retenção da informação a longo prazo.

- (v) Para finalizar podemos dizer que o CD-ROM “Num Mundo a Cores” pode ser considerado um recurso pedagógico interessante, útil e eficaz tanto para os alunos como para os professores, nunca esquecendo que os recursos são importantes mas o seu verdadeiro potencial assenta no adequado e correto uso que deles fazemos.

Referências

- Carvalho, A. A. (2005). Como olhar criticamente o software educativo multimédia. *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, 69-82.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1992). The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology*, 62(2): 233–246. [doi:10.1111/j.2044-8279.1992.tb01017.x](https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1992.tb01017.x)
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4): 293–332. [doi:10.1207/s1532690xci0804_2](https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804_2)
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2003). *E-learning and the science of instruction*. New York: Pfeifer.
- Costa, A. I. (2010). CD-ROM "Num Mundo a Cores". Concepção, aplicação e avaliação de um recurso multimédia para alunos do 3º ciclo do ensino básico. Manuscrito não

publicado, Dissertação de Mestrado, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Costa, F. A. (1998). *Concepção de sistemas de formação multimédia: elaboração de um Guião de Autor*. Obtido em 15 de Abril de 2008, de Tecnologias Educativas: [http://www2.fpce.ul.pt/pessoal/ulfpcost/doc/Costa,%20F.%20\(1998\).pdf](http://www2.fpce.ul.pt/pessoal/ulfpcost/doc/Costa,%20F.%20(1998).pdf)

Finkelstein, E., & Leete, G. (2007). *Flash CS3 for dummies*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers. Maximizing impact on learning*. New York: Routledge

Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analysis relating to achievement*. New York: Routledge.

Itten, J. (1973). *The art of color*. USA: John Wiley & Son

Lima, J., & Capitão, Z. (2003). *E-learning e e-conteúdos aplicações das teorias tradicionais e modernas de ensino e aprendizagem á organização e estruturação de e-cursos*. Lisboa: Centro Atlântico.

Luria, A. R. (1990). *Desenvolvimento cognitivo. Seus fundamentos culturais e sociais*. São Paulo: Ícon Editora

Keller, J.M. (1983). Motivational design of instruction. In C.M. Reigeluth (Ed.). *Instructional design theories and models* (pp. 383-433). New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Mayer, R. (2009). Teoria cognitiva da aprendizagem multimédia. In G.L. Miranda (Org.). *Ensino online e aprendizagem multimédia* (pp. 207-237). Lisboa: Relógio d'Água Editores.

Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Nova Iorque: Cambridge University Press.

- ME (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências essenciais*. Lisboa: Departamento de Educação Básica.
- Newton, I. Wikipédia, retirado de http://en.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton
- Pinto, A. (1992). *Temas de memória humana*. Porto: Fundação Eng. António Almeida.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (2003). *Manual de investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Riley II, C. A. (1995). *Color Codes. Modern theories of color in philosophy, painting, architecture, literature, music, and psychology*. USA: New England University Press.
- Rouet, J.-F., & Potelle, H. (2005). Navigational principals in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 297-312). New York: Cambridge University Press.
- Shapiro, A. M. (2005). The site map principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 313-324). New York: Cambridge University Press.
- Stemler, L. (1997). Educational characteristics of multimedia: a literature review. *Journal of educational multimedia and hypermedia* , 6, 339-359.
- Schofield, J. (1995). *Computers and the classroom culture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Van Merrinböer, J. J. G., & Kestre, L. (2009). Modelo de design educacional de quatro componentes: Princípios multimédia em ambientes de aprendizagem complexa. In G.L. Miranda (Org.). *Ensino online e aprendizagem multimédia* (pp. 286-326). Lisboa: Relógio d'Água Editores.

Agradecimentos: Deixamos uma palavra de agradecimento à Prof.^a Doutora Gilda Soromenho Pereira pelo apoio no tratamento estatístico dos dados. Uma palavra de apreço é também dirigida aos alunos e à professora que participaram neste estudo.

Este texto foi publicado em: J. Ruivo e J. Carrega (Coord.) (2013). *A escola e as TIC na sociedade do conhecimento* (pp. 57-75). Castelo Branco: RVJ Editores