

REALIDADE AUMENTADA APLICADA EM MANUAIS ESCOLARES DE EDUCAÇÃO VISUAL

José Duarte Cardoso Gomes ⁽¹⁾, Mário Vairinhos ⁽²⁾, Cristina Maria Cardoso Gomes ⁽³⁾ e Lídia Oliveira ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Centro de Investigação em Artes e Comunicação, Universidade Aberta, Universidade do Algarve, Universidade de Aveiro, joseduarte@ua.pt ⁽²⁾ Universidade de Aveiro, Departamento de Comunicação e Arte, *DigiMedia - Research Group on Digital Media and Interaction*, mariov@ua.pt ⁽³⁾ Centro de Investigação em Artes e Comunicação, Universidade Aberta, Universidade do Algarve, Universidade de Aveiro, ccardosogomes@ua.pt ⁽⁴⁾ Universidade de Aveiro, Departamento de Comunicação e Arte, *DigiMedia - Research Group on Digital Media and Interaction*, lidia@ua.pt

RESUMO

A constante evolução da tecnologia de computadores tornou sistemas de Realidade Aumentada (RA) acessíveis em larga escala recorrendo a dispositivos de computação móveis (DCM), como *smartphones e tablets*. Partimos da premissa que os DCM são familiares e frequentemente utilizados por alunos do ensino básico e que a implementação de recursos multimédia suportados pela tecnologia de RA em manuais escolares pode contribuir para um melhor nível de motivação e envolvimento, uma utilização mais eficaz dos manuais escolares e uma melhor compreensão dos conteúdos propostos, contribuindo para melhores resultados educacionais.

As experiências de RA apresentadas neste trabalho foram desenvolvidas com a ferramenta *Aurasma Studio* (versão 2.0) e acedidas através de *smartphones e tablets*. As aumentações incidem sobre conteúdos curriculares do manual escolar “Imaginarte 5.º/6.º” da Porto Editora. O estudo envolveu um grupo-amostra de alunos do segundo ciclo do Ensino Básico em Portugal e incidiu na área disciplinar de Educação Visual (EV).

Neste artigo introduzimos a tecnologia de RA, sintetizamos a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia (TCAM), abordamos o tópico da aprendizagem motivada e descrevemos o desenvolvimento de quatro protótipos de RA.

Os resultados sugerem que os DCM são amplamente divulgados junto das camadas mais jovens, e percecionados positivamente em termos de interesse/satisfação e valor/utilidade.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, Multimédia, Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia, Motivação, Livro aumentado, Educação Visual

ABSTRACT

The constant evolution of computer technology made Augmented Reality (AR) systems affordable on a large scale using ubiquitous mobile computing devices (MCD) such as smartphones and tablets. We assume that these devices are familiar and frequently used by basic education students and that the implementation of multimedia resources supported by AR technology in school textbooks can contribute to a better level of motivation and involvement, a more effective use of textbooks and a better understanding of the proposed contents contributing to better educational outcomes.

Augmentation prototypes presented in this study were developed with the Aurasma Studio tool (version 2.0) and accessed by students via smartphones and tablets. The augmentations focus curricula proposed on the Visual Education textbook “Imaginarte 5.º/6.º” by Porto Editora.

The study involved a sample group of students in the second cycle of basic education and focused on the subject area of Visual Education (VE).

In this article we introduce AR technology and the Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM). We also address the topic of motivated learning and describe the development of the four AR prototypes used in the study.

Results suggest that MCD are widely disseminated among the younger generation and are positively perceived in terms of interest/satisfaction and value/utility by students.

Keywords: Augmented Reality, Multimedia, Cognitive Theory of Multimedia Learning, Motivation, Augmented book, Visual Education

I – INTRODUÇÃO

Os anos mais recentes têm testemunhado um crescente interesse e divulgação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Na atualidade, políticos, comentadores, diretores de estabelecimentos de ensino, professores e pais começam a demonstrar uma compreensão crítica da sua integração nas escolas (Hayes, 2007). A infusão das TIC em contextos educacionais introduziu mudanças significativas nas metodologias e didáticas utilizadas nos processos de ensino-aprendizagem.

A tecnologia de Realidade Aumentada (RA) permite sobrepor objetos virtuais (vídeo, animação, imagens, sons, modelos ou cenas tridimensionais) a objetos físicos do mundo real em tempo real. Atualmente existem inúmeras plataformas e sistemas que permitem criar e visualizar experiências de RA sem custos e envolvendo conhecimentos básicos de informática na ótica do utilizador. Uma dessas plataformas é a plataforma Aurasma¹. Os conteúdos de RA podem ser visualizados através *Head-mounted displays* (HMD), computadores ou dispositivos de computação móveis pessoais como *smartphones* e *tablets*².

Tendo em conta que *smartphones* e *tablets* são usados por uma grande maioria de utilizadores jovens, também identificados como “nativos digitais” (Prensky, 2001), a RA apresenta-se como uma tecnologia acessível a alunos e com potencial para promover abordagens inovadoras dos processos de ensino-aprendizagem em contextos de ensino formais ou informais.

Este artigo, na seção II introduz, a RA, aborda a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimédia (TCAM) e sintetiza o conceito de aprendizagem motivada. Na seção III apresenta-se o conceito de livro ilustrado aumentado. Na seção IV descreve-se o desenvolvimento dos protótipos de RA, aplicados a um manual escolar de Educação Visual. Na seção V é apresentada a primeira parte de um estudo conduzido entre um grupo-amostra de alunos do segundo ciclo do Ensino Básico, contemplando o atual nível de utilização de dispositivos móveis e as suas perceções em termos de interesse/satisfação e valor/utilidade. A seção VI apresenta e discute os resultados do estudo.

Finalmente, na seção VII, apresentam-se as principais conclusões e possibilidades de trabalho futuro.

¹ <https://www.aurasma.com/>

² Pequenos computadores, portáteis, pessoais e de reduzidas dimensões, estão permanentemente ligados à internet e permitem, para além de inúmeras funções, visualizar conteúdos de RA funcionando como dispositivos *see-through*.

II – REALIDADE AUMENTADA, TCAM E MOTIVAÇÃO

2.1 Realidade Aumentada

As origens da tecnologia de RA remontam ao trabalho de Ivan Sutherland e dos seus alunos na Universidade de Harvard e na Universidade de Utah no início dos anos 1960 (Gutierrez, Vexo, & Thalmann, 2008; Van Krevelen & Poelman, 2010).

A RA permite que objetos virtuais gerados por computador se sobreponham a objetos físicos do mundo real em tempo real, combinando elementos do mundo real com conteúdos digitais sobrepostos ou compostos em objetos físicos. Nesse sentido, a RA visa suplementar o mundo real em vez de o substituir por completo (Azuma, 1997).

Milgram and Kishino (1994) propõem a RA como um ambiente de realidade mista (fig. 1), em que uma parte pertence ao mundo real e outra é puramente virtual. Contudo, o ambiente real é predominante.

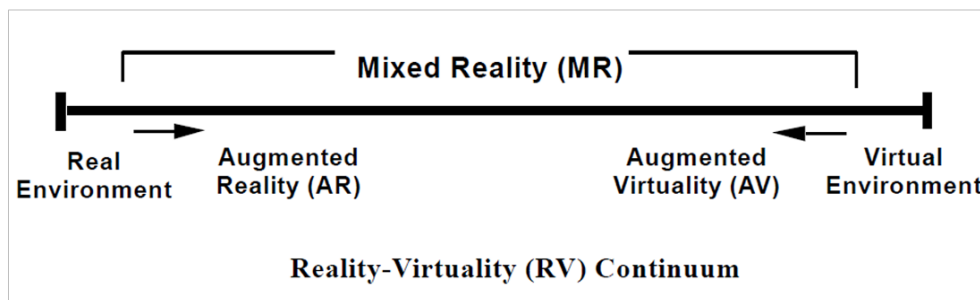


Figura 1 – Continuum Realidade-Virtualidade (Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1995, p. 283)

As aplicações de RA partilham um conjunto de características: Em primeiro, combinam o mundo real e o mundo virtual; em segundo, permitem interação em tempo real; em terceiro, permitem visualizar objetos reais e virtuais em três dimensões (3-D) (Azuma, 1997).

Com a evolução da tecnologia de computadores, a proliferação e consumo de dispositivos como *smartphones* e *tablets* tornaram sistemas de RA acessíveis em larga escala. As aplicações de RA atuais, recorrem às câmaras embutidas, sensores de geo-posicionamento (GPS) e acesso à internet para sobrepor a ambientes do mundo real conteúdos digitais dinâmicos, contextuais e interativos (Sommerauer & Müller, 2014).

As características inerentes à RA, tais como a combinação de elementos do mundo real com objetos virtuais, a possibilidade de interação em tempo real e a visualização em 3-D, oferecem

oportunidades únicas em contextos de ensino-aprendizagem. Sem substituir completamente o mundo real, esta tecnologia permite ao utilizador o controlo do ponto de vista e interatividade, mantendo a perceção do ambiente circundante. Na vista composta (real-virtual), o utilizador pode percecionar aumentações sobrepostas em lugares, espaços ou objetos comuns. As novas abordagens permitidas pela RA podem melhorar a eficácia e atração dos processos de ensino-aprendizagem e a maneira como podemos interagir com os objetos de aprendizagem, introduzindo um novo paradigma de interação.

Por outro lado, a RA tem o potencial de transformar os processos de aprendizagem em experiências ativas de aprendizagem (Kesim & Ozarslan, 2012), o que, numa perspectiva construtivista, implica o envolvimento ativo do aluno no processo de construção do conhecimento.

Em síntese, a RA proporciona as seguintes oportunidades em contextos educacionais:

- Interação em tempo real;
- Interface tangível para a manipulação de objetos;
- Transição suave entre o mundo real e o mundo virtual (Billinghurst, 2002);
- Fluência em vários tipos de comunicação;
- Aprendizagem ativa baseada na experiência real ou simulada;
- Expressão através de redes não lineares associativas (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009);
- Apresentação de conteúdos de aprendizagem em 3-D;
- Possibilidade de aprendizagem omnipresente, colaborativa e situada;
- Sentido de presença, imediatismo e imersão;
- Visualização do invisível;
- Estabelecimento de pontes entre contextos de ensino formal e informal (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013).

2.2 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia

O termo multimédia refere uma tecnologia que combina vários tipos de *médium*, tais como o filme, vídeo, som, música e texto. Contudo, a definição de multimédia é omissa em relação aos tipos de combinações permitidos e nem todas as combinações de tipos de média podem ser designados de multimédia. Segundo (Ribeiro, 2007, p. 10), os sistemas e aplicações multimédia combinam, na grande maioria dos casos, pelo menos um *media* estático com um *media* dinâmico. Nesse sentido, um documento de um processador de texto que inclua texto, desenhos

e imagens não se considera um documento multimédia. Neste contexto, o autor, propõe a seguinte definição de multimédia: “(...) combinação controlada por computador, de texto, gráficos, imagens, vídeo, áudio, animação (...) pelo qual a informação possa ser representada, armazenada, transmitida e processada sob a forma digital, em que existe pelo menos um tipo de media estático (texto, gráficos ou imagens) e um tipo de media dinâmico (vídeo, áudio ou animação)”.

A aprendizagem através da multimédia ocorre quando os alunos interagem com informação apresentada em mais do que um modo (por exemplo palavras e vídeo). A multimédia e a hipermédia³ têm implicações para os processo de ensino-aprendizagem devido ao seu potencial de infundir tecnologia na instrução e, de acordo com inúmeros estudos, podem beneficiar as aprendizagens através de:

- Melhoria da capacidade de resolução de problemas e de transferência de conhecimento. Mayer & Moreno (1998) constataram que os efeitos eram maiores em alunos com menores conhecimentos prévios e maior capacidade de perceção espacial;
- Para Dillon & Gabbard (1988), citados em (Schunk, 2012), os efeitos do multimédia dependem parcialmente das capacidades dos alunos (alunos com menor capacidade revelaram maior dificuldade na aprendizagem mediada pelo multimédia) e observaram também que o estilo de aprendizagem destes era importante, na medida em que, alunos com tendência para explorar, obtiveram melhores resultados. Por outro lado, o multimédia parece trazer vantagens em tarefas específicas que requerem uma pesquisa rápida da informação.

Apesar de eventuais constrangimentos envolvendo custos e os equipamentos/programas tecnológicos envolvidos, o multimédia e o hipermédia parecem ser vantajosos na promoção dos processos de ensino-aprendizagem (Schunk, 2012).

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia (TCAM) proporciona algumas pistas sobre os modos como o multimédia e a RA podem contribuir para melhorar as aprendizagens. Em termos latos, a TCAM sugere que as pessoas aprendem melhor a partir de palavras e imagens do que apenas a partir de palavras (Mayer, 2014). Na aprendizagem multimédia o aluno envolve-se em três processos cognitivos. No primeiro, seleção, é aplicada a informação verbal de entrada para produzir uma base de texto e à informação visual de entrada para se obter uma base de imagem. O segundo processo cognitivo, organização, é aplicado à palavra de base para criar um modelo verbal do sistema a ser explicado e à imagem de base para criar

³ Subconjunto de multimédia em que os conteúdos estão hiperligados

um modelo visual do sistema a ser explicado. O terceiro processo, integração, ocorre quando o aluno estabelece ligações entre os modelos verbais e visuais.

Este modelo gerou cinco princípios para a utilização da multimédia no processo de ajudar os alunos a compreender um determinado conceito, nomeadamente:

- Princípio da representação múltipla (por exemplo, é melhor oferecer uma explicação em palavras e imagens do que apenas em palavras);
- Princípio da contiguidade (por exemplo, ao dar uma explicação multimédia, devemos proporcionar as palavras e imagens simultaneamente e não separadamente);
- Princípio da atenção dividida (por exemplo, numa explicação multimédia, apresentar as palavras como uma narração auditiva e não como texto visual no ecrã);
- Princípio das diferenças individuais (os princípios acima referidos são mais importantes para alunos com baixo nível de conhecimento do que para alunos com alto nível de conhecimentos, sendo também mais importantes para alunos com alta perceção espacial do que para alunos com baixa perceção espacial)
- Princípio da coerência (por exemplo, ao dar uma explicação multimédia, usar apenas as palavras e imagens relevantes) (Mayer & Moreno, 1998; Mayer, 2014).

Os protótipos desenvolvidos para este estudo são consistentes com os princípios enunciados na TCAM, ao exibir simultaneamente texto, imagem e áudio e focando os aspetos essenciais dos conteúdos educativos que se pretendem veicular.

2.3 Aprendizagem motivada

Os estudos sobre a motivação na escola refletem inúmeras tradições e uma variedade de abordagens e construções. Nos últimos trinta anos, as teorias sociais cognitivas têm dominado o campo da motivação. Neste contexto, as perspetivas teóricas focaram o significado motivacional das crenças dos indivíduos sobre as suas capacidades, autorregulação e expectativas de sucesso, crenças sobre inteligência e sentido de controlo, bem como fatores relacionados com esforço e persistência (Wentzel & Wigfield, 2009). De acordo com Keller (1983), a motivação relaciona-se com fatores como atenção, confiança e autossatisfação, ou seja, as expectativas e valores dos alunos são parte integrante da motivação e implicam que estes devem acreditar que podem ter sucesso e que a aprendizagem lhes é benéfica.

Segundo Schunk (2012), apesar de tipos simples de aprendizagem poderem ocorrer sem motivação, a maior parte da aprendizagem é motivada. Alunos motivados envolvem-se nas

aulas, realizam trabalhos de pesquisa e relacionam a aprendizagem com experiências e conhecimentos anteriores. Os alunos motivados não desistem perante situações difíceis e esforçam-se para as superar. Em síntese, a motivação envolve os alunos em atividades que promovem as aprendizagens. Professores e educadores compreendem a importância da motivação para as aprendizagens e procuram novos processos para aumentar a motivação dos alunos.

A introdução de atividades cognitivas baseadas em RA e suportadas por dispositivos de computação móvel é consistente com a necessidade de ambientes de aprendizagem inovadores, os quais, promovem a motivação intrínseca dos alunos.

III – O LIVRO AUMENTADO

Tradicionalmente, os livros ilustrados são frequentemente usados para fins de entretenimento e educacionais, especialmente junto das crianças e jovens. O livro ilustrado, de um modo geral, é concebido para criar impacto nos leitores (Taketa, Hayashi, Kato, & Noshida, 2007) ou para apoiar a visualização do conteúdo exposto por palavras. O livro didático, em função do seu objetivo de instrução, inclui ilustrações profundas e variadas que complementam a informação escrita.

O livro ilustrado pode apresentar-se em diversas formas, como por exemplo, livros com truques (*gimmick books*), *pop-up* (fig. 2) ou *pop-out*, livros perfurados, livros com hologramas, livros com som, etc.



Figura 2 - Jennie Maizels Pop-Up London, exemplo de um *pop-up book*⁴

⁴ Figura obtida em <http://lucylovesya.com/tag/kids-pop-up-books/>, 2015-10-01

Uma das limitações inerentes a estes livros reside no facto de terem sido concebidos para um fim específico a partir de uma tecnologia ou técnica de produção que não pode ser transferível para outro livro.

Na atualidade, através da conjugação de dispositivos móveis (*smartphones/tablets*) e da RA, é possível adicionar a qualquer livro ilustrado conteúdos digitais, tais como vídeo, imagens, animações, sons e modelos ou cenas 3-D. Os livros incorporando RA têm-se tornado populares nos tempos mais recentes, pois possibilitam interatividade e incorporam informação complementar ao mundo real, contribuindo para uma melhor experiência dos utilizadores (fig. 3).



Figura 3 - *iDinosaur System Book*, exemplo de um livro aumentado através da RA⁵

Uma das aplicações mais conhecidas da RA em contextos educacionais é o “*Magic Book*”. O interface do *Magic Book* utiliza livros normais com marcadores de RA. Os utilizadores podem utilizar o livro normalmente ver as imagens ou ler o texto sem qualquer tecnologia adicional. Contudo, se olharem para as páginas através de um ecrã de RA, podem apreciar modelos 3-D que se sobrepõem às páginas (fig. 4), introduzindo assim um modo de transportar os utilizadores entre realidade e virtualidade utilizando um objeto físico (Martín-Gutiérrez et al., 2010).

⁵ Figura obtida em <http://appsplayground.com/2013/05/07/idinosaur-and-isolar-system-books-have-augmented-reality-apps/>, 2015-10-01



Figura 4 - MagicBook⁶

O livro aumentado tem despertado a atenção, não só de investigadores mas também de educadores enquanto meio privilegiado para melhorar livros tradicionais, através da sobreposição de conteúdos multimédia. Estas sobreposições destinam-se a melhorar a experiência de aprendizagem através da promoção da exploração ativa do médium, e contribuem para uma melhor representação/perceção de conteúdos bem como para uma maior motivação e envolvimento dos alunos.

Em síntese, os livros aumentados podem conjugar o médium físico e conteúdos digitais multimédia numa combinação única, nomeadamente:

- Conteúdos estáticos bidimensionais (2-D): Imagens, fotografias, pinturas, desenhos, ilustrações, texto, etc.;
- Conteúdos dinâmicos 2-D: Vídeos e animações;
- Modelos ou cenas 3-D, estáticos (objetos ou ambientes) ou animados (modelos, avatares);
- Som: Ambiente (música, sons de fundo), espacial e interativo (dependente das ações do utilizador).

Neste contexto, a aumentação de um livro didático de Educação Visual (EV) pretende contribuir para um(a):

- Melhor perceção dos conteúdos curriculares expostos;
- Maior motivação dos alunos para a interação com o médium físico (manual escolar de EV) em ambientes de ensino formais ou informais;

⁶ Figura obtida em <http://thehundreds.com/top-10-ces/>, 2015-10-01

- Envolvimento mais ativo nos processos de ensino-aprendizagem.

IV – DESENVOLVIMENTO DOS PROTÓTIPOS

No âmbito do presente estudo, foram desenvolvidas quatro aumentações recorrendo à plataforma Aurasma (*app*⁷ Aurasma e Aurasma Studio 2.0). O manual escolar selecionado foi o livro “Imaginarte 5.º/6.º” da Porto Editora.

As áreas a intervencionar foram escolhidas a partir de dados obtidos por entrevistas realizadas junto de professores especialistas na área de EV, procurando identificar conteúdos onde os alunos evidenciavam maiores dificuldades de compreensão e aprendizagem.

As páginas intervencionadas no manual escolar (fig. 5) são, respetivamente: fig. 5-A: página 15, construção de um brinquedo ótico (taumatrópio); fig. 5-B: página 52, o espaço (representação do espaço); fig. 5-C: página 68, estruturas modulares (módulo e padrão); fig. 5-D: página 99, geometria (polígono estrelado de cinco pontas).

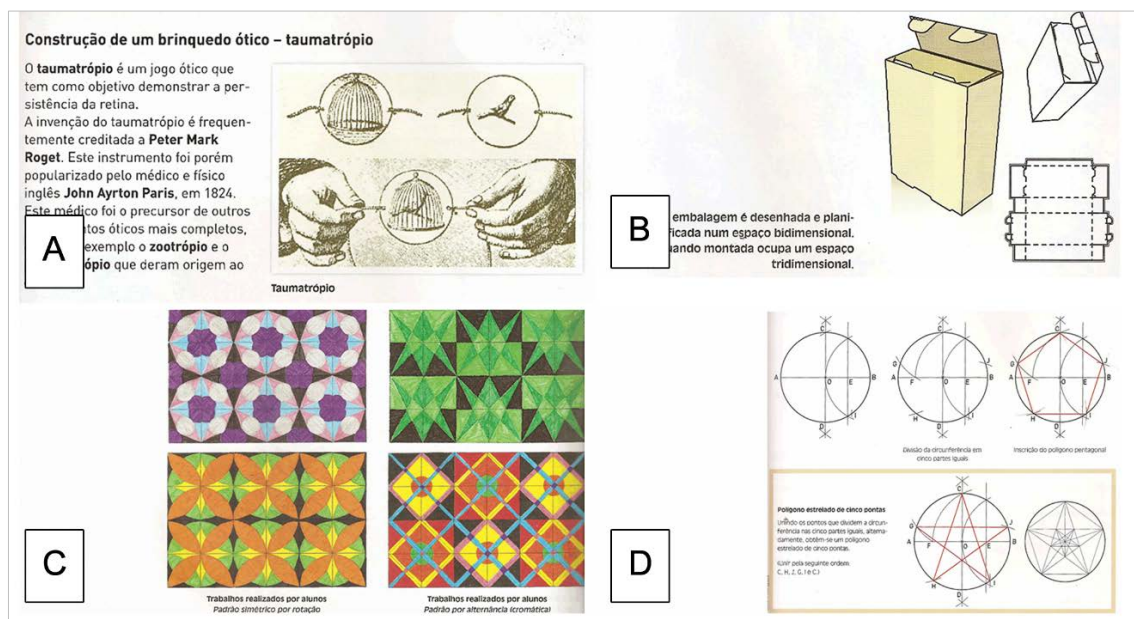


Figura 5 - Páginas aumentadas no manual escolar Imaginarte 5.º/6.º

Foram criados os recursos digitais para cada aumentação e posteriormente disponibilizados através da RA recorrendo ao Aurasma Studio e à *app* Aurasma. Os recursos digitais foram elaborados de acordo com os problemas de aprendizagem detetados.

Os tópicos/conteúdos, problemas, objetivos e soluções são descritos na Quadro 1.

⁷ Aplicação

Quadro 1 - Conteúdos intervencionados, problemas detetados, objetivos e soluções implementadas

Tópico/conteúdo	Problema detetado	Objetivo do conteúdo digital	Solução implementada
Visão e percepção - Taumatrópio	Os alunos frequentemente não reparam que no processo de construção do taumatrópio uma das imagens deve ser invertida segundo o eixo horizontal	Proporcionar uma compreensão plena do processo de construção do taumatrópio e alguns exemplos de taumatrópios corretamente executados	Desenvolvimento de um modelo 3-D animado de um taumatrópio retratando o processo de elaboração Disponibilização da hiperligação para um pequeno vídeo exemplificando o efeito ótico
O espaço – Representação do espaço	Os alunos têm dificuldade em conceptualizar e representar um sólido geométrico a partir da sua planificação	Proporcionar aos alunos uma visualização 3-D dos sólidos correspondentes a determinadas planificações	Desenvolvimento de um modelo 3-D de dois sólidos geométricos a partir de uma planificação 2-D
Estruturas modulares – Módulo e padrão	Os alunos têm dificuldade em perceber e aplicar diferentes processos de criação de padrões, como a translação, alternância, rotação, simetria ou assimetria	Proporcionar aos alunos uma exemplificação visual da construção de um padrão a partir de um determinado módulo	Desenvolvimento de um vídeo exemplificativo

(continua)

Quadro 1 (continuação)

Geometria – Polígono estrelado de cinco pontas	Os alunos têm dificuldade em memorizar os passos sequenciais para o traçado geométrico e a explicação textual/visual proporcionada pelo manual escolar não parece ser suficiente	Proporcionar aos alunos uma demonstração da criação de um polígono estrelado de cinco pontas.	Desenvolvimento de um vídeo exemplificativo
--	--	---	---

Os conteúdos digitais foram desenvolvidos recorrendo a um conjunto de aplicações e programas, sintetizados no Quadro 2.

Quadro 2 - *Programas utilizados no desenvolvimento dos conteúdos digitais*

Conteúdo digital	Aplicação de desenvolvimento	Formato de exportação
Modelo 3-D de um taumatrópio (animado com 300 frames)	3D Studio Max	OpenCollada (DAE)
Modelo 3-D de um sólido geométrico (hexágono)	3D Studio Max	OpenCollada (DAE)
Modelo 3-D de um sólido geométrico (hexágono piramidal)	3D Studio Max	OpenCollada (DAE)
Vídeo – Tema: Taumatrópio	Microsoft Movie Maker	MPEG-4/ H.264
Vídeo – Tema: Polígono estrelado	Movie Maker	MPEG-4/ H.264
Edição de imagem	Adobe Fireworks CS6	PNG
Edição de texto	Microsoft Word	DOCX
Edição de som	WavePad Sound Editor	MP3

As aumentações finais estão representadas nas Figuras 6 a 9, respetivamente:

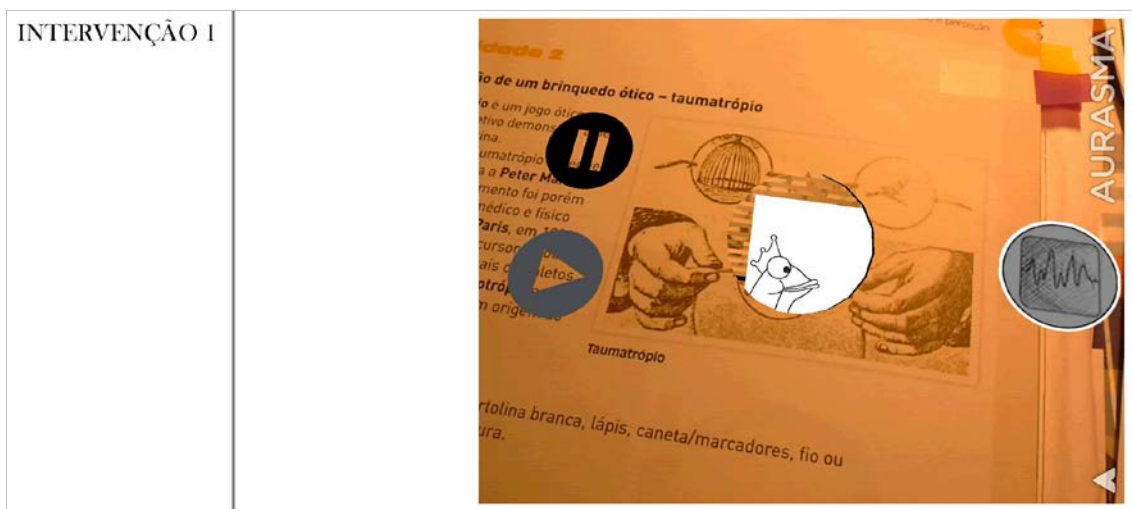


Figura 6 - Visão e percepção, taumatrópio, experiência de realidade aumentada (aura)

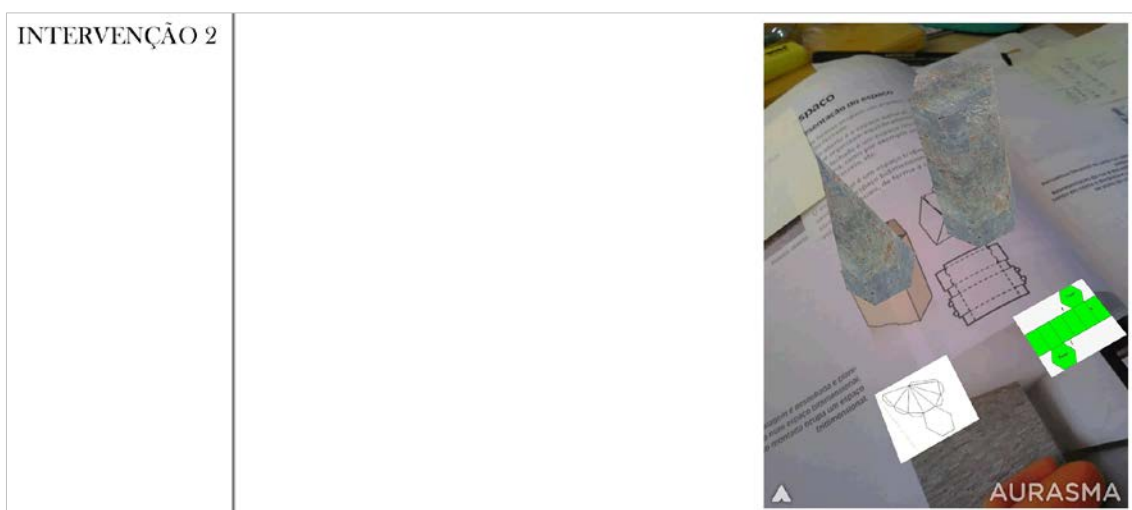


Figura 7 - Representação do espaço, experiência de realidade aumentada (aura)

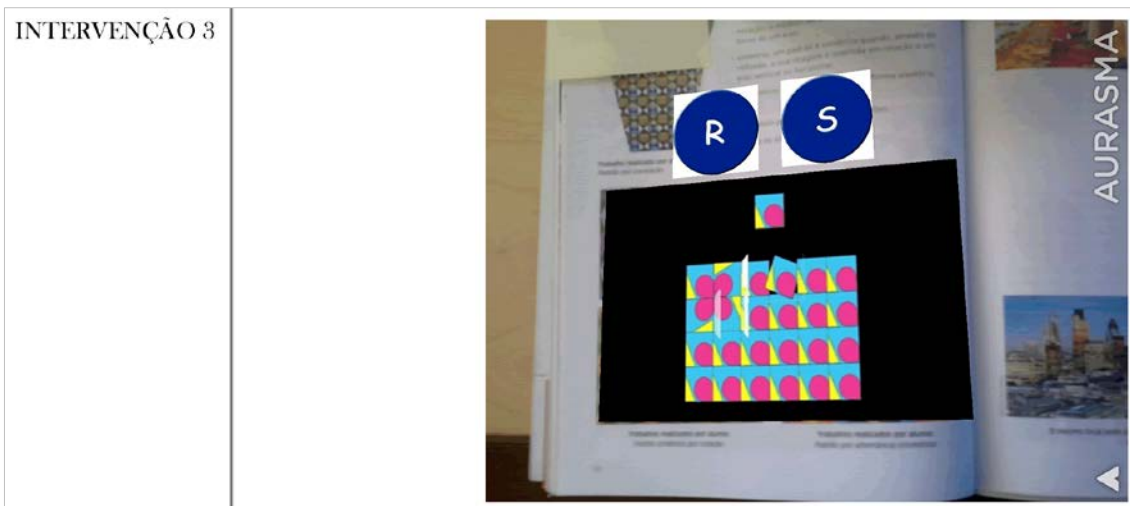


Figura 8 - Estruturas modulares, módulo e padrão, experiência de realidade aumentada (aura)



Figura 9 - Geometria, polígono estrelado de cinco pontas, experiência de realidade aumentada (aura)

As auras foram desenvolvidas com o Aurasma Studio e disponibilizadas aos alunos através da *app* Aurasma.

V – ESTUDO

5.1 Objetivos e questões de pesquisa

O principal objetivo deste estudo reside no desenvolvimento e implementação de aumentações recorrendo a RA num manual escolar de Educação Visual, visando um público-alvo de alunos do segundo ciclo do Ensino Básico. O estudo visa perceber:

- Qual é o tipo de utilização que os utilizadores fazem dos dispositivos de computação móvel⁸ (DCM)?
- Quais são as perceções dos alunos relativamente à usabilidade das aumentações?
- Quais são as contribuições da aplicação deste tipo de recursos para uma melhoria nos resultados educacionais na disciplina de Educação Visual?

Neste artigo apresentamos a pesquisa realizada relativamente à questão de investigação um. As questões dois e três estão a ser alvo de estudo e constituem-se como uma proposta de trabalho futuro.

No sentido de procurar as respostas à questão de investigação um foi conduzido um teste preliminar, utilizando o questionário por inquérito e focando os seguintes parâmetros:

- Dados demográficos dos utilizadores, nomeadamente idade e género.
- Acessibilidade a DCM.
- Disponibilidade para utilização do DCM e locais de utilização.
- Tipo de DCM mais usado, propriedade e características.
- Atividades realizadas nos DCM e tempo gasto em cada uma.
- Frequência de utilização para tarefas escolares.
- Frequência de utilização para outras atividades
- Perceções dos alunos relativamente a interesse/satisfação atribuídos aos DCM.
- Perceções dos alunos relativamente a valor/utilidade atribuídos aos DCM.

5.2 Amostragem

Para a aplicação do questionário selecionamos aleatoriamente uma turma do 5.º ano da escola Dr. Costa Matos – Vila Nova de Gaia. A amostra foi constituída por 22 alunos, dos quais todos participaram no estudo.

5.3 Processo de recolha dos dados

O estudo incluiu uma sessão de esclarecimento em que os alunos foram informados dos objetivos do inquérito e um questionário em formato digital, suportado pela ferramenta GoogleForms®. O questionário continha perguntas fechadas, de seleção múltipla, de escolha múltipla e escalas tipo Likert com cinco entradas em que um corresponde a “Discordo

⁸ Os dispositivos de computação móvel são essenciais para a fruição dos conteúdos de RA.

completamente” e cinco corresponde a “Concordo completamente”. Os dados recolhidos foram tratados estatisticamente como o programa Microsoft Excel.

VI – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Pergunta um – Dados demográficos: Relativamente às idades dos alunos, os dados recolhidos mostram que 59% dos alunos tem dez anos, 36% tem onze anos e 5% tem doze anos (fig. 10).

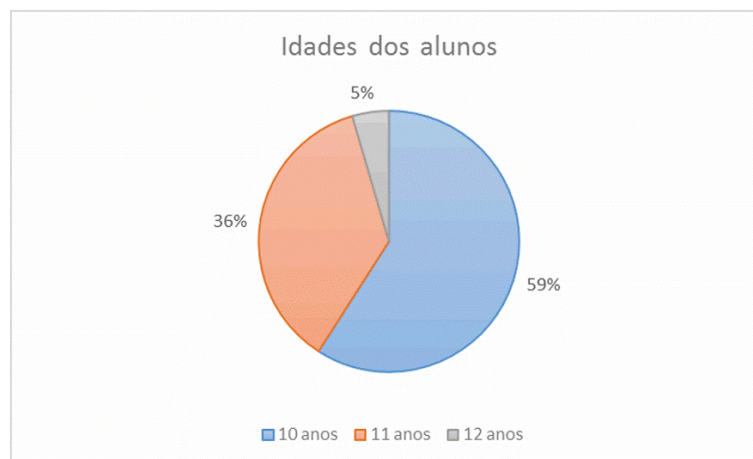


Figura 10 - Idades dos alunos da turma participante no estudo, pergunta 1.1

Os dados relativos ao género revelam que 73% dos alunos pertencem ao sexo feminino e 27% pertencem ao sexo masculino (fig. 11).

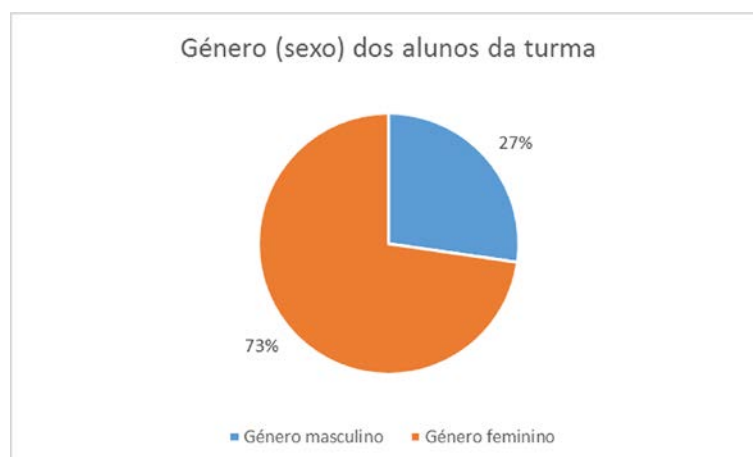


Figura 11 - Género (sexo) dos alunos da turma participante no estudo, pergunta 1.2

Pergunta dois – Acesso a dispositivos de computação móvel (DCM)

Os dados relativos à pergunta 2.1 – “Tens acesso a um dispositivo de computação móvel (smartphone/tablet)?” – revela que todos os participantes (100%) têm acesso a um DCM (fig. 12).



Figura 12 - Alunos com acesso a DCM, pergunta 2.1

A pergunta 2.2 inquiria os participantes sobre a portabilidade do DCM – “Tens um dispositivo móvel sempre contigo?” –. Os dados permitiram constatar que 55% dos alunos tem um DCM sempre na sua posse enquanto 45% tem acesso apenas em locais específicos (fig. 13).

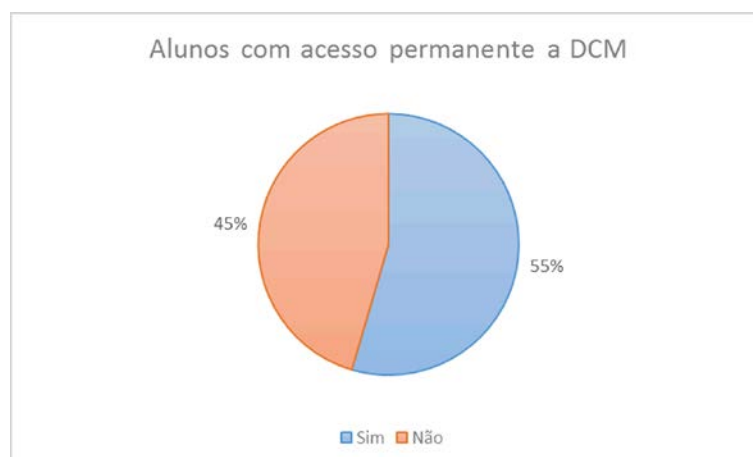


Figura 13 - Acesso a dispositivos móveis

No que concerne à utilização de DCM em locais específicos, constata-se que 53% dos alunos acedem em casa, 30% acedem na escola, 13% acedem em casa de familiares e amigos e 13% em outros locais (fig. 14).

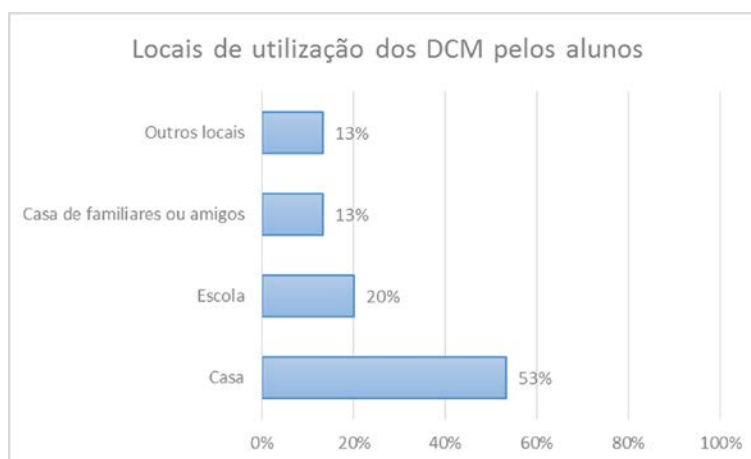


Figura 14 - Locais de utilização de DCM pelos alunos

Pergunta três – Utilização, propriedade e características dos dispositivos móveis

A pergunta 3.1 solicitava aos inquiridos quais os DCM utilizados mais frequentemente, independentemente do local específico de utilização – “Indica os dispositivos móveis que usas frequentemente, seja em casa, na escola ou noutro local” -. Os dados (fig. 15) indicam que 51% dos alunos utilizam smartphones, 44% tablets e 5% computadores híbridos.

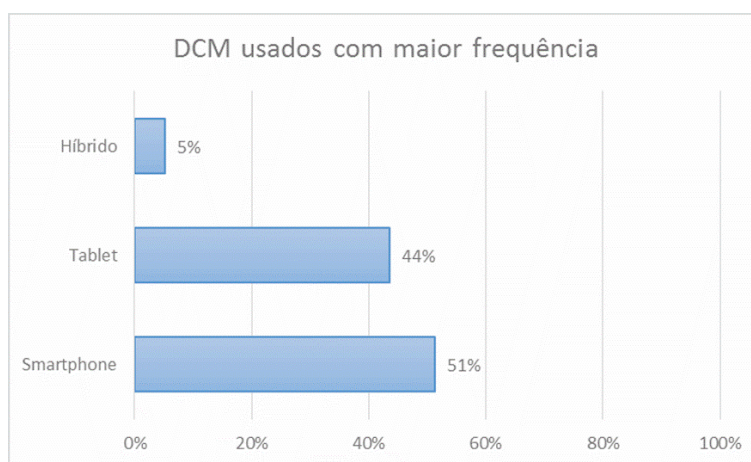


Figura 15 - Dispositivos móveis mais frequentemente usados pelos alunos

A pergunta 3.2 - “Indica os dispositivos móveis que te pertencem e, caso tenhas um smartphone ou tablet, indica as suas características” -, focava conhecer quais os DCM que são propriedade do próprio aluno e, nesse caso, as características principais do dispositivo. Os dados

mostram que 53% dos dispositivos dos alunos são smartphones, 44% são tablets, 3% são computadores híbridos (fig. 16).

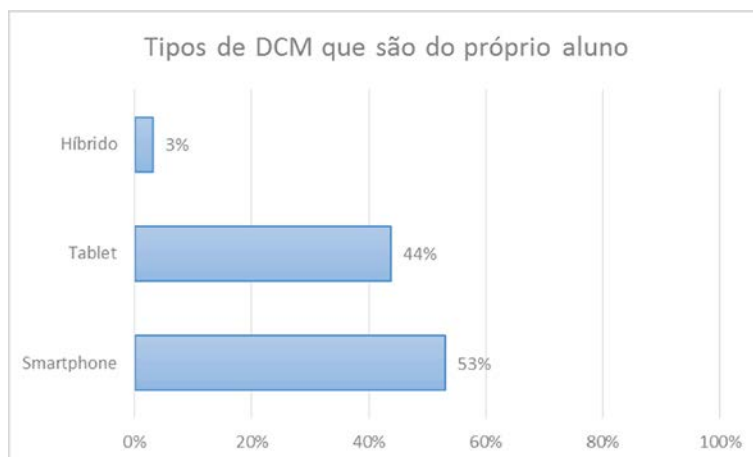


Figura 16 - Tipos de dispositivos móveis que pertencem aos alunos

Foi possível verificar que 9% dos inquiridos não possui nenhum DCM, 36% possuem apenas um dispositivo, 50% possuem dois e 5% possui três ou mais dispositivos simultaneamente (fig. 17).

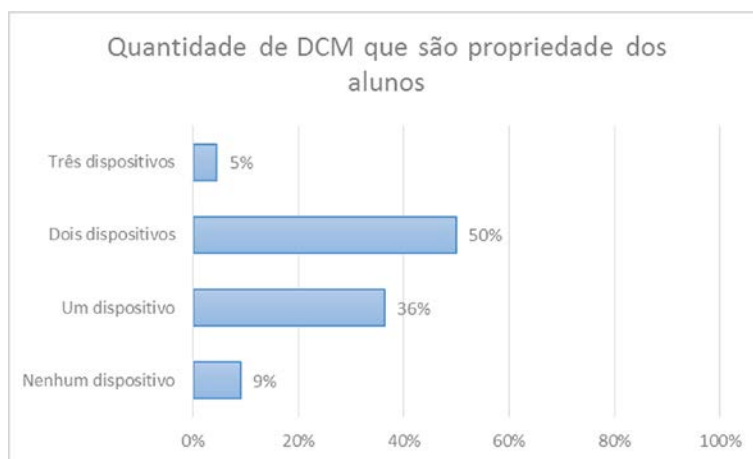


Figura 17 - Número de dispositivos móveis que os alunos possuem

A pergunta 3.2.1 – “Se possui um smartphone indica as suas características” - e 3.2.2 – “Se tens um tablet indica as suas características” -, inquiria duas características importantes relativamente a estes DCM: A dimensão do ecrã e o sistema operativo. Os dados recolhidos permitiram constatar que 47% dos smartphones recorre ao sistema operativo Android e 3%

usam sistema operativo iOS. Relativamente à dimensão dos ecrãs, 11% têm ecrãs maiores que cinco polegadas e 39% ecrã menor ou igual a cinco polegadas (fig. 18).

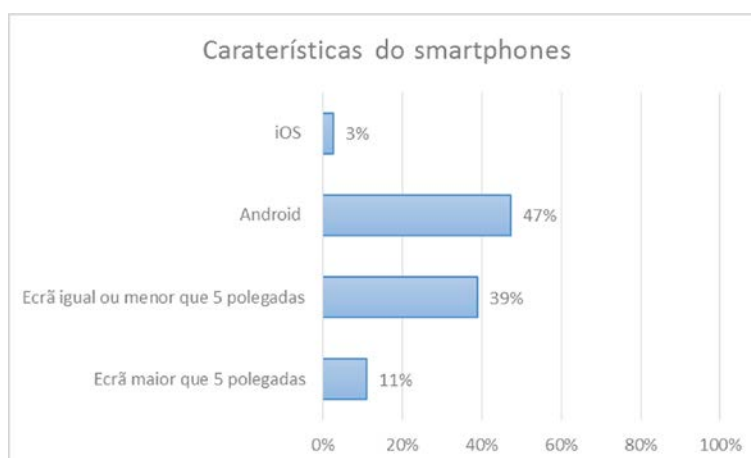


Figura 18 - Caraterísticas dos *smartphones* (sistema operativo e tamanho do ecrã)

No que concerne aos tablets, 33% têm sistema operativo Android e 17% sistema operativo iOS. Relativamente aos ecrãs dos dispositivos, 19% têm ecrã maior ou igual a 10 polegadas, 24%, ecrãs com oito polegadas e 7% têm ecrãs menores que oito polegadas (fig. 19).

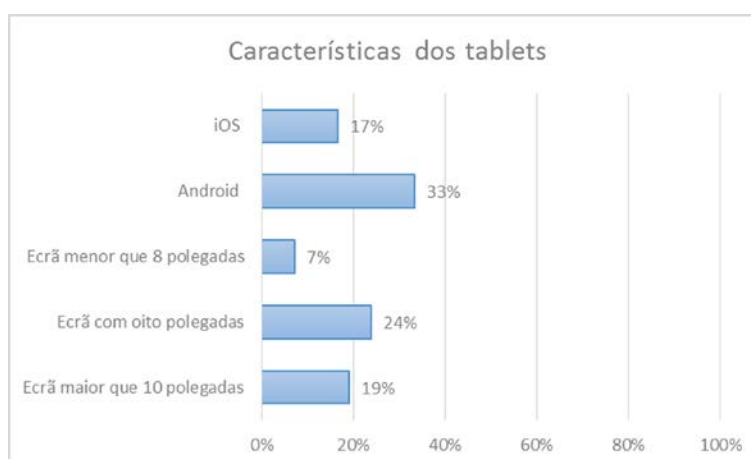


Figura 19 - Caraterísticas dos *tablets* (sistema operativo e tamanho do ecrã)

Pergunta quatro: Atividades realizadas no dispositivo móvel e tempo gasto nas mesmas.

A pergunta 4.1 – “Indica as atividades que realizas no dispositivo móvel que usas com mais frequência” – permitiu constatar que os alunos realizam variadas atividades no dispositivo móvel. De acordo com os dados recolhidos, 13% utiliza o DCM para aceder ao Facebook e outras redes sociais, 15% para ouvir música ou ver vídeos, 18% para jogos, 16% para

comunicações com familiares e amigos, 14% para enviar e receber email; 8% para trabalho de casa e estudo e 15% para estudar na internet (fig. 20).

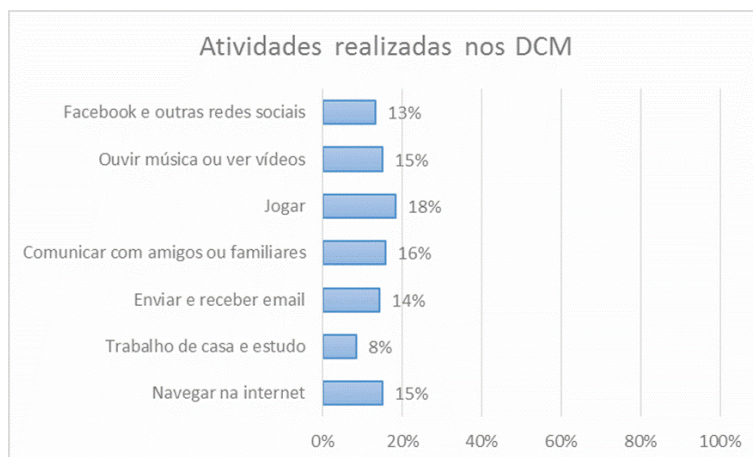


Figura 20 - Atividades realizadas nos DCM

A partir da pergunta 4.2 – “Das atividades realizadas no teu dispositivo de computação móvel, indica aquela em que gastas mais tempo” – foi possível constatar que 43% dos inquiridos gasta mais tempo a jogar, 38% a comunicar com amigos ou familiares, 14% a ouvir música ou ver vídeos e 5% a enviar e receber emails. Tendo em conta que apenas foi permitido escolher uma opção, algumas atividades realizadas com menor frequência não foram assinaladas (fig. 21).

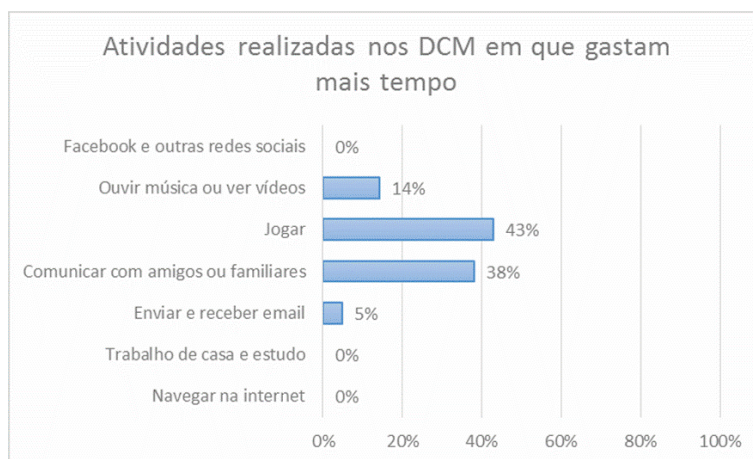


Figura 21 - Atividades realizadas nos DCM em que os alunos gastam mais tempo

Pergunta 5: Frequência de utilização dos dispositivos de computação móvel.

A pergunta 5.1 – “ Com que frequência utiliza um dispositivo de computação móvel para estudar e fazer os trabalhos de casa?” – visava conhecer com que frequência os alunos usam estes recursos tecnológicos para apoiar o seu estudo. Entre os inquiridos 5% utiliza o DCM diariamente para esse fim, 41% utiliza semanalmente, 23% duas a três vezes por mês e 32% raramente ou nunca utilizam o DCM para essa finalidade (fig. 22).

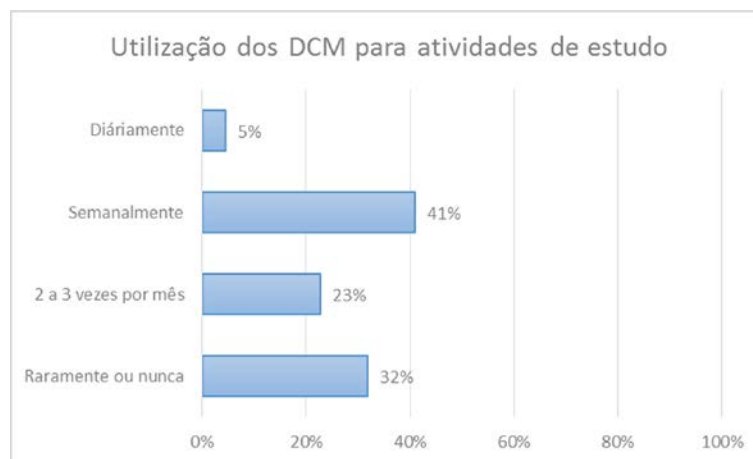


Figura 22 - Frequência de utilização dos DCM para estudo

A pergunta 5.2 – “Com que frequência utiliza um dispositivo de computação móvel para outras atividades?” –, indica que 65% dos inquiridos usa diariamente o DCM para outras atividades não relacionadas com a vida escolar, seja estudo ou trabalho casa, 20% utiliza semanalmente, 15% duas a três vezes por mês e a percentagem de inquiridos que utiliza raramente ou nunca o DCM é 0% (fig. 23).

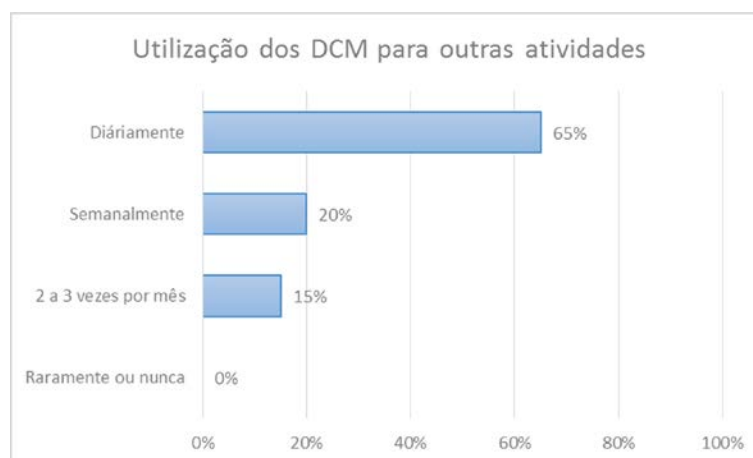


Figura 23 - Frequência de utilização dos DCM para outras atividades

Pergunta 6: Atitudes/percepções dos alunos relativamente aos DCM.

Para averiguar as atitudes e percepções dos alunos relativamente a parâmetros de interesse, satisfação, valor e utilidade atribuídos aos DCM, recorreremos a seis declarações tipo Lickert com uma escala de cinco pontos, em que 1 corresponde a “Discordo completamente” e 5 corresponde a “Concordo completamente, focando: Interesse/satisfação (perguntas 6.1, 6.2 e 6.3) e, Valor/utilidade (perguntas 6.4, 6.5, 6.6).

Os parâmetros de interesse/satisfação foram avaliados mediante as respostas às questões 6.1 a 6.3. Relativamente à pergunta 6.1 – “Acho que gosto muito de utilizar dispositivos de computação móvel”, 95% dos inquiridos concorda plenamente com a afirmação e 5% concorda. Os dados relativos à pergunta 6.2 – “Penso que utilizar os dispositivos de computação móvel é divertido” revelam que 90% dos inquiridos concorda completamente e 10% concorda com a afirmação. No que concerne à questão 6.3 – “Descreveria a utilização dos dispositivos de computação móvel como algo estimulante”, 45% dos inquiridos concorda completamente, 40% concorda e 15% não concorda nem discorda da afirmação (fig. 24).

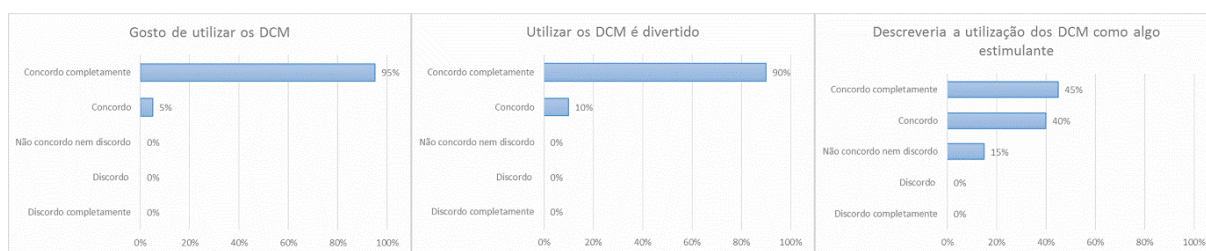


Figura 24 - Atitudes dos alunos relativamente aos DCM (interesse/satisfação)

As perguntas 6.4 a 6.6 incidiam em parâmetros de valor/utilidade atribuídos pelos alunos aos DCM. No que concerne à pergunta 6.4 – “Acho que os dispositivos de computação móvel são pouco úteis para mim” -, verifica-se que 70% dos inquiridos discorda completamente da afirmação, 15% discorda, 10% não concorda nem discorda e 5% concorda completamente. Os dados relativos à pergunta 6.5 – “Penso que saber utilizar os dispositivos de computação móveis é importante” -, revelam que 60% dos inquiridos concorda plenamente com a afirmação, 25% concorda, 10% não concorda nem discorda e 5% discorda completamente. Finalmente, os dados recolhidos a partir da pergunta 6.6 – “Penso que os dispositivos de computação móveis podem beneficiar o meu trabalho escolar” -, revelam que 30% concorda completamente com a afirmação, 35% concorda, 20% têm uma atitude neutra, 5% discordam e 10% discordam completamente (fig. 25).

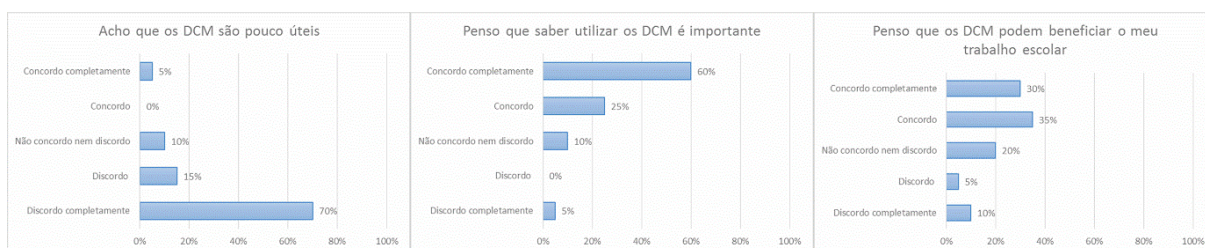


Figura 25 - Atitudes dos alunos relativamente aos DCM (valor/utilidade)

Os dados recolhidos têm especial interesse no sentido em que, a tecnologia de RA utilizada no estudo recorre exclusivamente a DCM para exibição dos conteúdos digitais. Foi também questionada a perceção de interesse/satisfação e valor/utilidade atribuídos pelos alunos aos DCM.

Os dados foram recolhidos através de um questionário. A análise dos dados permitiu constatar que todos os alunos inquiridos, com idades entre os dez e os onze anos, têm acesso a pelo menos um DCM (100%) seja um *smartphone*, *tablet* ou computador híbrido. Dentre eles 55% tem um DCM na sua posse em todas as ocasiões, sendo nessa aceção, um dispositivo que encaixa na definição de *wearable technology*. Relativamente aos alunos que não têm o DCM sempre consigo, verificou-se que a maior percentagem utiliza um DCM em casa (53%), sendo a utilização na escola bastante mais reduzida (20%). Este facto deriva em parte de dois fatores: em primeiro lugar, o regulamento interno da escola não permite a utilização de DCM em contexto de sala de aula; em segundo lugar, os encarregados de educação têm algum receio de confiar equipamentos relativamente onerosos aos seus educandos, pois podem ocorrer danos provocados pelas próprias crianças ou colegas. Alguns dos alunos possuem mais do que um dispositivo, contudo a maioria dos dispositivos que são propriedade do próprio aluno são os *smartphones* (53%) seguidos dos *tablets* (44%). Apenas uma minoria possui um computador híbrido (3%). Em termos de quantidade de dispositivos, 50% dos alunos possui dois dispositivos, 36% possui apenas um. Aqueles que possuem três dispositivos são uma minoria de 5% e os que não possuem nenhum dispositivo ascendem, a 9%. Os *smartphones* são sobretudo baseados no sistema operativo Android (47%) versus iOS (3%). Relativamente à dimensão dos ecrãs, 39% têm ecrã menores que cinco polegadas e 11% possuem ecrãs maiores que cinco polegadas. Os *tablets* mostram maior equilíbrio relativamente aos sistemas operativos, com 33% deles sendo Android e 17% iOS. Os ecrãs apresentam-se em três dimensões, respetivamente aqueles com mais de dez polegadas (19%), os com oito polegadas

(24%) e os menores que oito polegadas (7%). Entre as atividades realizadas nestes dispositivos, foi possível constatar que a mais comum é jogar (18%) e a menos frequente é realizar trabalho de casa ou estudo (8%). Nesse contexto verifica-se, como seria de esperar que jogar é a atividade em que gastam mais tempo (43%). O mesmo se aplica à frequência de utilização dos DCM, verificando-se que a utilização diária para atividades não escolares é 65% superando largamente a atividade diária relacionada com trabalhos de casa ou estudo (5%). No que concerne às percepções dos alunos relativamente a parâmetros de interesse/satisfação atribuídos a estes dispositivos, verifica-se que os DCM proporcionam altos níveis de interesse e satisfação aos alunos. Relativamente ao valor/utilidade atribuído constata-se que é elevado em termos de utilização geral e menos valorizado em contexto educacionais.

Em síntese, verifica-se que os DCM estão amplamente difundidos entre as camadas mais jovens. Os DCM são utilizados sobretudo para atividades de entretenimento, mas uma grande parte destes dispositivos tem potencial gráfico e computacional para aplicações educativas, muito especialmente no que concerne à RA. Tendo em conta as atitudes positivas relativamente a parâmetros de interesse/satisfação e valor/utilidade dos alunos relativamente aos DCM, existe a possibilidade de, através de didáticas e pedagogias inovadoras baseadas em RA, captar o poder computacional, a ubiquidade e portabilidade dos DCM para promover aprendizagens motivadas e melhores resultados de aprendizagem.

VII – CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste artigo apresentamos a tecnologia de RA e as suas potencialidades em contexto educativo, introduzimos a TCAM e o conceito de aprendizagem motivada. Sintetizamos o conceito de livro aumentado e descrevemos os protótipos desenvolvidos no processo de aumentação de um manual escolar de Educação Visual. O artigo incluiu ainda a primeira parte de um estudo, conduzido entre um grupo-amostra de alunos do segundo ciclo do Ensino Básico.

No atual contexto de desenvolvimento tecnológico os atuais alunos já convivem com as tecnologias desde sempre, sendo denominados por autores como Prensky (2011) de “nativos digitais”. Tecnologias emergentes como a RA, suportada por dispositivos de computação móvel (*smartphones/tablets*) podem contribuir para transformar processos de aprendizagem em experiências ativas de aprendizagem, envolvendo os alunos ativamente no processo de construção de conhecimento.

A introdução de materiais educacionais baseados em RA é consistente com os princípios enunciados na TCAM, segundo os quais, os alunos aprendem melhor a partir de conteúdos multimédia e de informação apoiada em dois ou mais canais de comunicação diferentes e

simultâneos. Por outro lado, a tendência natural dos jovens alunos para a utilização de DCM pode ser canalizada, através da RA e do livro aumentado, para aumentar os índices de motivação para as aprendizagens e subsequentemente obter melhores resultados de aprendizagem.

O estudo apresentado permitiu concluir que os alunos envolvidos no estudo têm um acesso alargado a variados tipos de DCM, em contexto escolar e pessoal. Contudo, verifica-se que estes dispositivos são utilizados sobretudo para atividades de lazer, entretenimento e comunicação, sendo a utilização para fins educacionais muito reduzida. Foi possível constatar que os inquiridos revelam perceções muito positivas em relação a parâmetros de interesse, satisfação, valor e utilidade atribuídos a estes dispositivos. Estes dados suportam a exequibilidade de implementação de recursos educativos baseados em RA em contextos de ensino formais e informais.

Importa continuar o estudo, no sentido de perceber como os alunos reagem aos protótipos em termos de usabilidade e implementar um estudo para averiguar a eficácia em termos de perceção e aplicação de conhecimentos de um manual escolar aumentado, comparativamente a um manual escolar tradicional.

Bibliografía

- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Billinghurst, M. (2002). Augmented reality in education. *New Horizons for Learning*, 12.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7–22.
- Gutierrez, M. A., Vexo, F., & Thalmann, D. (2008). *Stepping into Virtual Reality*. London: Springer-Verlag.
- Hayes, D. N. A. (2007). ICT and learning: Lessons from Australian classrooms. *Computers & Education*, 49(2), 385–395.
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. *Instructional Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status*, 1, 383–434.
- Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47(0), 297–302. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.654>
- Martín-Gutiérrez, J., Luís Saorín, J., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77–91. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.cag.2009.11.003>
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, 43.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). A cognitive theory of multimedia learning: Implications for design principles. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 358–368.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In *Photonics for Industrial Applications* (pp. 282–292). International Society for Optics and Photonics.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*.

- Ribeiro, N. (2007). *Multimédia e Tecnologias Interactivas*. Lisboa: FCA - Editora de Informática, Lda.
- Schunk, D. H. (2012). *Learning Theories* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79(0), 59–68. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.013>
- Taketa, N., Hayashi, K., Kato, H., & Noshida, S. (2007). Virtual pop-up book based on augmented reality. In *Human Interface and the Management of Information. Interacting in Information Environments* (pp. 475–484). Springer.
- Tomi, A. Bin, & Rambli, D. R. A. (2013). An Interactive Mobile Augmented Reality Magical Playbook: Learning Number with the Thirsty Crow. *Procedia Computer Science*, 25(0), 123–130. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.015>
- Van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International Journal of Virtual Reality*, 9(2), 1.
- Wentzel, K. R., & Wigfield, A. (2009). *Handbook of Motivation at School*. New York: Taylor and Francis.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62(0), 41–49. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>