

Criação de conteúdos educacionais em busca da mobilidade e ubiquidade

Núbia dos S. Rosa Santana
dos Santos

PPGIE-CINTED, UFRGS, Porto
Alegre, Brasil, RS

nubrosa@gmail.com

Leandro Krug Wives

PPGIE-CINTED / PGCC-Instituto
de Informática, UFRGS, Porto
Alegre, Brasil, RS

wives@inf.ufrgs.br

Resumo

Atualmente, diferentes são as possibilidades para acessar conteúdos educacionais tais como recursos na Web, documentos em bibliotecas digitais, dispositivos móveis e, inclusive, TV digital. As tecnologias e o advento da Internet permitiram a educação ubíqua e o surgimento de ambientes virtuais de aprendizagem, mas alguns problemas surgem quando o usuário não está conectado. Neste artigo, propomos o uso de mídia impressa como um meio alternativo para fornecer a aprendizagem ubíqua, mesmo quando o usuário não possui uma conexão ativa ou equipamento digital à sua disposição. A proposta também apresenta a mídia impressa como mecanismo de interação e/ou entrada para outros dispositivos. Além disso, o modelo proposto busca atender aos princípios da Aprendizagem Multimídia.

Palavras-chaves

Ubiquidade, mobilidade, mídia impressa, *m-learning*.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente os conteúdos educacionais podem ser acessados de diferentes formas, através de diferentes recursos tecnológicos, o que favorece o ensino a distância (EaD), assim como o ensino presencial. Entre tais conteúdos destacam-se os Objetos de Aprendizagem (OA), os quais podem ser definidos como “qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado por tecnologias” [18]. Eles também são considerados componentes instrucionais de diferentes granularidades que podem ser reutilizados inúmeras vezes, em diferentes contextos de aprendizagem [36]. Um conteúdo educacional pode ser elaborado como um OA, uma vez que pode conter pequenos componentes instrucionais.

Considerando a existência de diferentes meios de acesso aos conteúdos digitais e a possibilidade de serem incluídas referências a objetos de aprendizagem físicos, é fundamental que os conteúdos educacionais sejam ubíquos, multimodais e interativos.

A elaboração de tais conteúdos voltados para o ensino a distância, assim como o presencial, deve considerar a necessidade de facilitar o acesso ubíquo, multimodal e interativo, possibilitando continuidade ao estudo, independente do lugar, por parte dos alunos. Principalmente no ensino a distância, a ubiquidade é um fator crucial, uma vez que o conteúdo elaborado para acesso

ubíquo permite ao aluno várias possibilidades de acessar e usar tais conteúdos em qualquer momento, independente de lugar. Além disso, o material deve permitir o uso de recursos visuais e auditivos, desenvolvidos de maneira a possibilitar a interação através de vários modos, de acordo com a tecnologia utilizada. Por outro lado, a localização física do estudante pode permitir a recomendação de um livro ou outro material disponível na biblioteca local.

Com isso, os conteúdos educacionais poderiam ser acessados através da Internet, dispositivos móveis, TV e inclusive pela mídia impressa, facilitando o acesso e a adequação ao contexto do aluno.

Enquanto Quinn [31] define *m-learning* como *e-learning* através de dispositivos móveis de computação, Patokorpi et al. [29] são contrários à definição de *m-learning* como uma extensão do *e-learning*, e ressaltam que o *m-learning* possui benefícios mais imediatos e com princípios pedagógicos (no caso, construtivista). Segundo eles (ibidem.), o *m-learning* possibilita aprendizagem como ensino colaborativo e orientado, suportados por dispositivos móveis que utilizam canais de comunicações móveis, e que dentre outras possibilidades pode servir como apoio ao ensino tradicional. Finalmente, há ainda o *t-learning*, que é considerado por Lytras et al. [20] como a convergência de duas tecnologias distintas: a televisão e o computador.

Nesse contexto, este artigo analisa, além do *e-learning*, *m-learning* e *t-learning*, a possibilidade da mídia impressa (papel) como um dos recursos que possibilita a ubiquidade e mobilidade de conteúdos educacionais para o ensino a distância e também no ensino presencial. Mesmo sabendo que o papel apresenta algumas desvantagens em relação ao conteúdo digital, por ser estático, ele pode ser utilizado como dispositivo de ligação para a mídia digital, inclusive com a TV digital [14]. Com tal ligação, o material impresso pode, por meio da geolocalização do usuário, oferecer recomendação de recursos físicos disponíveis na sua atual localização.

Em relação às características do papel, Sellen e Harper [34] ressaltam quatro características-chave do conteúdo apresentado em papel, sendo elas a possibilidade de navegação rápida e flexível através de um documento, a inserção de anotações durante a leitura, a mobilidade e a integração de atividades híbridas, tais como escrita e leitura.

Esta pesquisa e os autores são parcialmente financiados pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq).

A proposta apresentada neste artigo aborda a integração do papel, um dos recursos utilizados para material educacional em EaD e no ensino presencial, com recursos digitais e com outros recursos físicos, possibilitando o acesso a conteúdos multimídia e servindo como apoio a educação a distância. Segundo dados do Censo Ead.Br [4] a mídia mais utilizada no ensino a distância ainda é a impressa (87,2% das instituições), seguida por *e-learning* (71.5%) e vídeo (51.7%).

De acordo com o ENAP [9], o material impresso é um complemento importante de outros, i.e., vídeos e programas de TV, e, mesmo no caso de cursos pela Internet, a observação tem mostrado que os alunos tendem a imprimir qualquer texto que ultrapasse quatro ou cinco páginas.

Portanto, o uso do papel pode ser usado para facilitar a mobilidade e a ubiquidade de conteúdos, como dispositivo para facilitar o acesso a conteúdos interativos e a integração entre documentos físicos e documentos virtuais em ambos os sentidos.

A seção 2 apresenta alguns conceitos relacionados com a aprendizagem ubíqua e multimídia. A seção 3 apresenta alguns recursos importantes para a elaboração da proposta e a seção 4 apresenta a proposta de construção de conteúdos educacionais ubíquos. A seção 5 destaca as considerações finais deste estudo.

2. APRENDIZAGEM UBÍQUA E MULTIMÍDIA

Em [17], a definição de computação ubíqua relacionada à educação inclui a ideia de que professores e alunos são participantes ativos no processo de aprendizagem, que analisam a informação, criam novos conhecimentos por diferentes caminhos (individual e colaborativamente), compartilham o que aprenderam, e verificam quais as ferramentas são apropriadas para realizar uma tarefa específica.

De acordo com tais autores (ibidem.), a computação ubíqua na educação significa estudantes acessando uma variedade de recursos e serviços digitais, incluindo a Internet, com todas as ferramentas e dispositivos móveis. Ou seja, significa que a utilização de uma variedade de tecnologias digitais que estão sempre disponíveis constitui-se no processo de ubiquidade. As principais características da aprendizagem ubíqua são apresentadas em [27], [5] e [6]:

- Permanência. Os alunos não perdem o seu trabalho a menos que o mesmo seja propositalmente excluído. Além disso, todos os processos de aprendizagem são registrados continuamente;
- Mobilidade de ambiente de aprendizagem. Os dispositivos sem fios (*wireless*) são desenvolvidos para serem mais e mais portáteis. Portanto, a prática educativa pode ser realizada a qualquer momento e em qualquer lugar, como em um ônibus de turismo, uma sala de exposições, etc. Portanto, a aprendizagem envolvida nesta revisão é autodirigida;
- Imediatismo. Os alunos, onde estiverem, podem obter todas as informações imediatamente. Assim, os alunos podem resolver

problemas rapidamente. Alternativamente, o aluno pode gravar as perguntas imediatamente e procurar a resposta posteriormente;

- Interatividade no processo de aprendizagem. Os estudantes podem se comunicar com os especialistas ou colegas com comunicação síncrona e assíncrona. Assim, os especialistas estão mais acessíveis e o conhecimento se torna mais disponível;
- Situar atividades de ensino. A aprendizagem pode ser incorporada na vida diária. Os problemas encontrados, bem como os conhecimentos necessários são apresentados de forma natural e amigável.

Entre tais características, a proposta apresentada neste artigo tem como foco a acessibilidade, permitindo que os usuários tenham acesso de qualquer lugar, e o imediatismo, ao possibilitar que os usuários possam obter informações imediatas (através do acesso à Internet ou de conteúdos armazenados em dispositivos).

Esperamos apoiar a proposta de Domenico de Maasi de fazer com que o trabalho, o lazer e o estudo comessem a se misturar em nossas vidas de tal forma que não seja mais possível diferenciar uma coisa da outra [7]. Nesse cenário, os alunos passam a acessar o conteúdo didático e podem navegar por temas relacionados de seu interesse. Essa é uma forma de levar a nova geração a utilizar suas habilidades de navegação e de emprego de novas tecnologias para o campo educacional estimulando, além disso, a consulta a outras fontes de informação como consultas Google ou discussões com amigos sobre o tema tratado.

Conforme Barbosa et al. [2], com os recursos que a Internet propicia, é possível desenvolver processos educativos, enfatizando a construção e a socialização do conhecimento e permitir que qualquer pessoa, independente do tempo e do espaço se torne agente de sua aprendizagem.

Dentre os recursos disponíveis que possibilitam a ubiquidade e mobilidade podem-se citar os dispositivos móveis tais como os celulares. Conforme destacam Furlan e Ehrenberg [12], a mobilidade característica do celular permitiu a comunicação entre pessoas a qualquer hora, o envio de simples mensagens ou *e-mails* para pessoas em trânsito e o acesso à internet sem fios. O acúmulo das funções permite, através de apenas um aparelho, o celular, acessar *e-mails*, assistir TV, ouvir música, pagar contas, etc. Com a vantagem da mobilidade o celular passou a ser o foco de grandes empresas de tecnologia, e exemplo disso são os *smartphones*, que possibilitam a navegação na internet e sincronização de *e-mails* (ibidem.).

Dentre algumas possibilidades de recursos da tecnologia móvel apresentados por Patokorpi et al. [29], pode-se ressaltar:

- Mobilidade. Artefatos tecnológicos podem ser usados enquanto estiverem em movimento;

- Ubiquidade. A tecnologia não é só portátil e móvel, mas também uma parte integrante do ambiente do usuário;
- Multimodalidade. Interação da tecnologia pelo usuário pode ter lugar e muitas modalidades, dando ao usuário a liberdade de interagir com a tecnologia de uma maneira que seja conveniente;
- Interatividade. O usuário e o sistema tecnológico podem interagir um com o outro e essa interação não é apenas controlada pelo usuário, pois também pode ser iniciada pela tecnologia;
- Personalização. O usuário ou o sistema pode personalizar as definições operacionais de acordo com as preferências do usuário.

Ao elaborar um conteúdo educacional, principalmente para o ensino a distância, deve-se facilitar o acesso ao material educacional, e por isso a ubiquidade e mobilidade são fundamentais.

Enquanto a mídia impressa possibilita a mobilidade onde o aluno pode ler o conteúdo em qualquer ocasião e com frequência desejada, o material disponibilizado pelo computador e Web pode ser mais atrativo [26].

Algumas limitações podem ser vistas em [3] ao abordar que os cursos a distância têm se utilizado de mídia gráfica (material impresso), a qual se caracteriza pela pouca interatividade, servindo mais para a leitura do que para estudo do material. Segundo o autor, isso não reduz a necessidade e a importância desses cursos, uma vez que, para grande parte da população, a mídia impressa ainda é e será por um bom tempo a mais adequada ao desenvolvimento de atividades a distância. Em relação ao material em Hipertexto, Belisário (ibidem.) o descreve como a possibilidade de utilização de imagens em movimento, a possibilidade de interação com as imagens, de arquivos sonoros, de exercícios interativos, etc. Belisário também aponta que o uso do computador apresenta problemas relacionados com a falta de hábito de leitura na tela, com o acesso ao material e com a necessidade de ambiente adequado, mas possibilita a interação – que é uma característica importante nos cursos de EaD. Dessa forma, é preciso elaborar materiais educacionais que superem essas limitações, permitindo mais facilidade de acesso e interatividade a conteúdos.

Além das limitações de cada tecnologia, deve-se averiguar quais os critérios utilizados na elaboração de material didático e quais dessas tecnologias são adequadas em cada situação em particular. A interatividade é um fator crucial, mas como afirma Belisário o material didático deve assegurar possibilidades de interação por meio de atividades, questionamentos, reflexões, as quais promovam a permanente atualização do material a partir das contribuições dos alunos [3].

Além da ubiquidade e interatividade, outro aspecto importante a destacar é o uso adequado das mídias na elaboração de conteúdo educacional, o que pode ser analisado nos estudos sobre a Aprendizagem Multimídia. O acesso ubíquo a conteúdos não garante o acesso à aprendizagem, pois, para que isto ocorra, é preciso que o material educacional seja elaborado considerando

aspectos pedagógicos e cognitivos. De acordo com Mayer [22], a Aprendizagem Multimídia ocorre quando as pessoas constroem representações mentais de palavras (como o texto falado ou texto impresso) e figuras (como ilustrações, fotos, animações, ou vídeo). Nesse caso, a multimídia refere-se à apresentação de palavras e imagens, enquanto que a aprendizagem refere-se a construção do conhecimento pelo aluno.

Em [22] são apresentados três pressupostos em relação à teoria da carga cognitiva:

- Pressuposto do canal dual. Uso de canais distintos (visual e verbal) para o processamento de informação;
- Capacidade limitada. Refere-se à capacidade limitada de processamento da informação em cada canal;
- Processamento ativo. Refere-se ao processamento cognitivo de informação para a representação mental, e que envolve ativar o conhecimento na memória de longo prazo trazendo para a memória de curto prazo.

Observa-se que o material impresso não atende ao pressuposto do canal dual, uma vez que possui limitações quanto ao uso de alguns recursos no que se refere ao canal verbal (auditivo). Porém, a proposta deste artigo propõe a integração de etiquetas (*tags*) ou códigos 2D, no papel, como mecanismo de entrada, funcionando como uma alternativa para acessar a todos os recursos (visuais e verbais) presentes do material através de dispositivos móveis.

Considerando o potencial de integração de tecnologias, Özdemir [28] ressalta que além da aprendizagem significativa, a integração de tecnologias móveis em livros impressos com a ajuda de códigos de barra 2D tem o potencial para reduzir a carga cognitiva, inclusive em ambientes de educação a distância.

O conteúdo educacional deve ser elaborado seguindo princípios como os da teoria da aprendizagem multimídia [21]. Dentre os princípios apresentados por Mayer (ibidem.) estão:

- Princípio da multimídia. As pessoas aprendem melhor a partir de palavras e imagens do que apenas palavras.
- Princípio da proximidade espacial. Os alunos aprendem melhor quando as palavras e as imagens correspondentes estão próximas do que quando estão distantes e/ou páginas separadas. Para Filatro, quando as pessoas precisam integrar informação verbal e pictórica (e.g., gráfico e explicação na tela de como ler o gráfico), pode ocorrer uma sobrecarga na memória de trabalho e o processo de aprendizado ser perturbado [11]. A forma de solucionar este problema é integrar elementos de informação que se referem a um e a outro e que não podem ser entendidos separadamente (ibidem.).
- Princípio da Contiguidade Temporal. Os alunos aprendem melhor quando as palavras e imagens correspondentes são apresentadas simultaneamente em vez de sucessivamente.

- Princípio da coerência. As pessoas aprendem mais profundamente a partir de uma mensagem multimídia quando um material não relacionado (não relevante) é excluído.
- Princípio da sinalização. As pessoas aprendem melhor a partir de uma mensagem multimídia quando o texto é sinalizado ao invés de não sinalizado.
- Princípio da modalidade. Os alunos aprendem melhor a partir de animação com narração do que animação com texto escrito na tela.
- Princípio da redundância. As pessoas aprendem mais profundamente a partir de gráficos e narração do que a partir de gráficos, narração e texto impresso.
- Personalização. As pessoas aprendem melhor a partir de apresentações multimídia quando as palavras estão em estilo coloquial, em vez de estilo formal.

3. RECURSOS

Segundo Heath e Luff, o papel possibilita flexibilidade de interação para colaboração síncrona e assíncrona e permite aos indivíduos uma variedade de maneiras de participação em tarefas de interação [15]. Dessa forma, pode-se utilizar o papel de forma tradicional como dispositivo de entrada de dados (escrita) e com isso propiciar maior mobilidade ao material educacional e a interatividade através do uso de outras mídias por meio de referências.

Em [19] são apresentadas categorias de tecnologias apropriadas para reconhecer o papel como dispositivo de entrada de dados de forma computacional:

- Etiquetas eletrônicas passivas (e.g., etiquetas RFID – *Radio Frequency IDentification* e IR – *Infra-Red*);
- Etiquetas eletrônicas ativas (e.g., motes);
- Etiquetas visuais (inclui 2D, *glyphs* e QR-Codes);
- Análise de conteúdo baseada no processamento de imagens (e.g., OCR – *Optical Character Recognition*).

Entre tais recursos, foram analisados o DataMatrix e o QR Code¹. Segundo Falas e Kashani [10], o DataMatrix (Figura 1) possui maior capacidade de dados para mesmo tamanho de outro código. Essa característica é importante quando é necessário ter mais espaço no material a ser desenvolvido ou quando o material possui muitas etiquetas.

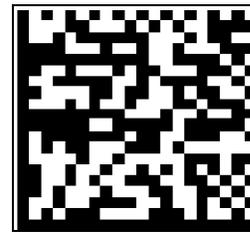


Figura 1: Exemplo de código DataMatrix.

Fonte: Falas e Kashani (2007)

O QR-Code (Figura 2) é um código de barras de duas dimensões criado pela empresa japonesa Denso Wave [8], que pode ser lido em dispositivos móveis (celular com câmera) ou computadores (e.g., laptops). Quando acessado, ele permite realizar ações como acessar um site, ler um texto, informar dados para envio de mensagens (SMS) e contatos.

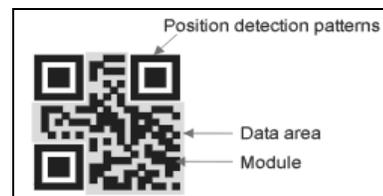


Figura 2: Exemplo de QR Code.

Fonte: <http://www.denso-wave.com/qrcode/qrfeature-e.html>.

Além da utilização das etiquetas, deve-se analisar o ambiente onde os recursos serão armazenados e como serão acessados através dos *links* presentes nos códigos 2D. Uma possibilidade para armazenar os elementos que compõem o conteúdo educacional (e.g., um OA) é o MLE-Moodle.

MLE-Moodle é um *plug-in* para o Ambiente de Aprendizagem Moodle, que pode melhorar o sistema de *e-learning*, onde é possível aprender tanto com celular (*m-learning*) quanto com o computador (*e-learning*) [24].

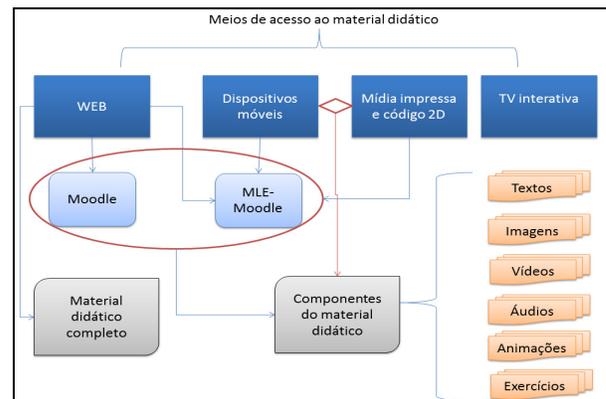


Figura 3: Recursos para acessar conteúdos educacionais.

¹ QR Code é marca registrada da DENSO WAVE INCORPORATED.

A Figura 3 apresenta um modelo com algumas possibilidades para acesso ao conteúdo educacional. Nesse modelo, o usuário pode acessar o material (OA) por completo ou ainda visualizar apenas os componentes que deseja explorar.

4. ARQUITETURA

A arquitetura proposta neste artigo utiliza os códigos 2D QR-Code, devido, entre outras características, a sua capacidade de processamento rápido. Mas quais as possibilidades de uso de códigos 2D como o QR-Code em conteúdos educacionais? Algumas vantagens apontadas em [32] no uso do QR-Code são:

- Durante uma apresentação em Power Point, por exemplo, não é necessário digitar uma URL longa enquanto um *slide* está aparecendo, permitindo fazer o *download* da apresentação com uma simples imagem do QR-Code;
- Igualmente numa apresentação, QR-Codes podem ser usados para recolher *feedback* formativo. Por exemplo, dois códigos seriam utilizados para que o público respondesse a uma pergunta fechada (sim / não), bastando que as pessoas direcionem suas câmeras para o QR-Code adequado. O apresentador pode, em seguida, acessar esses resultados através de uma página Web;
- Inclusão de QR-Codes no material impresso, permitindo melhorar a conexão entre a atividade a ser realizada no livro e uma atividade adicional *online*. Essa abordagem está sendo lançada em toda uma série de módulos de ensino a distância na Universidade de Bath. A atividade requer que o usuário complete um conjunto de exercícios e, em seguida, acesse um fórum de discussão *online* para aplicar os conceitos estudados e expor ideias para a comunidade.

Além das possibilidades apresentadas em [32], pode-se citar alguns trabalhos relacionados à proposta deste artigo. Uma proposta de uso do QR-Code é apresentada em [1] na identificação de objetos em um ambiente por deficientes visuais e cegos, através de interação em tempo real. O sistema é baseado na ideia de utilizar o QR-Code e através de uma câmera digital equipada com software leitor de QR, o leitor decodifica o código para uma URL e direciona o navegador para um arquivo de áudio na Web com a descrição verbal do objeto. Outro exemplo de aplicação é visto em [13], onde é apresentado o projeto Artsonomy, o qual permite aos usuários associar palavras-chaves (*tags*) para obras de arte (e.g., em um museu) marcadas com um QR-Code, por meio de um aplicativo em um dispositivo móvel. As *tags* do usuário são coletadas no site Artsonomy, permitindo assim observar e partilhar experiências com os outros após ver uma obra de arte.

Ao elaborar um material didático (OA) deve-se permitir que todos os recursos presentes nele, tais como textos, imagens, áudios, vídeos, etc. possam ser acessados de forma integrada e/ou individualmente. Considerando o uso de códigos 2D em um material educacional, em formato de mídia impressa, esse material permite acesso a elementos externos, sejam estáticos (como textos e imagens), e também a elementos dinâmicos, como vídeos, animações, etc., os quais poderiam ser acessados de forma integrada ao contexto ou separadamente. Nesse caso, o aluno pode visualizar o conteúdo textual e ao mesmo tempo ter a

possibilidade de acessar todo o conteúdo multimídia do material, através dos *links* disponíveis nos códigos 2D.

A Figura 4 mostra o processo de acesso a um conteúdo educacional com seus recursos dinâmicos usando um dispositivo móvel e o papel.

Para a visualização de uma animação, vídeo, áudio, ou conteúdo extra (e.g., página Web) referente ao material, o aluno pode utilizar o QR-Code. Nesse caso, o aluno com um celular com câmera e acesso a Internet conseguirá acessar qualquer recurso dinâmico relacionado ao material educacional.

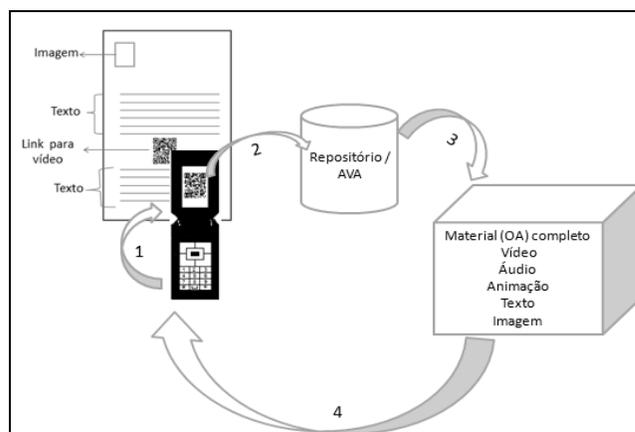


Figura 4: Processo de acesso ao OA através de papel com QR-Code.

A Figura 5 apresenta algumas possibilidades e limitações das tecnologias disponíveis para acesso aos conteúdos educacionais. Observa-se que o retângulo maior representa a arquitetura apresentada neste artigo e os benefícios que podem gerar para a aprendizagem ubíqua.

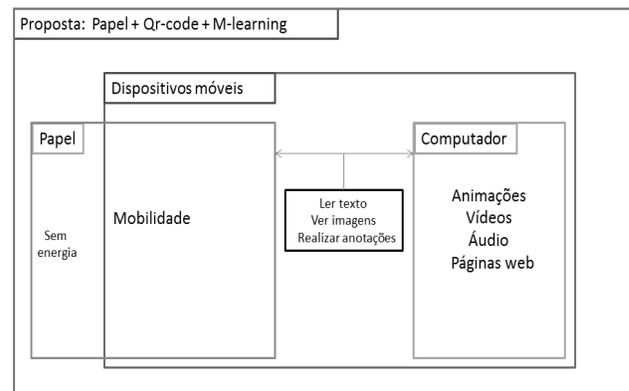


Figura 5: Proposta de arquitetura.

Como estudo inicial, foi desenvolvido um conteúdo educacional, na forma de OA, o qual foi escolhido como forma de proporcionar a resolução de problemas da área de grandezas proporcionais através de estratégias pedagógicas. O OA desenvolvido abrange também o OA desenvolvido em [23], e posteriormente adaptado em [14] ao criar um OA contendo códigos de barra para interação com a TV digital. O OA desenvolvido em [23] faz a simulação de uma gangorra de pesos como as usadas por crianças em parques

de diversão, onde o objetivo é que os pesos em cada lado da gangorra sejam equilibrados.

O OA “Entendendo grandezas” segue o modelo de metadados proposto em [33], desenvolvido para permitir a descrição de metadados educacionais (usando o padrão LOM como base) e de conteúdos de OA. Metadados são informações estruturadas que descrevem, explanam, localizam, ou facilitam recuperar, usar ou gerenciar um recurso de informação [16]. Seguindo o modelo, o OA possui duas cenas (conforme modelo proposto em [33]), onde a primeira cena aborda a introdução de conceitos sobre o tema “Grandezas Proporcionais” e a segunda possui exercícios para a resolução de problemas sobre o mesmo tema (Figura 6).

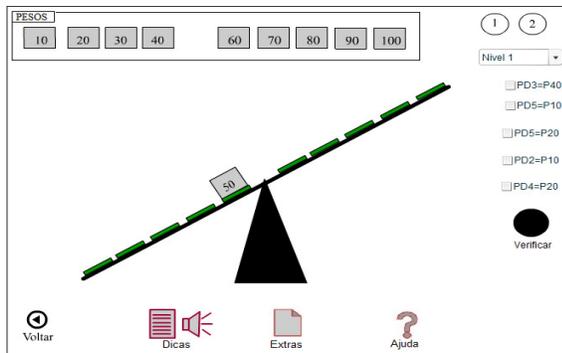


Figura 6: Interface da Cena 2 do OA "Entendendo grandezas".

A Figura 7 apresenta a materialização do OA “Entendendo Grandezas” na mídia impressa usando recursos do QR-Code.

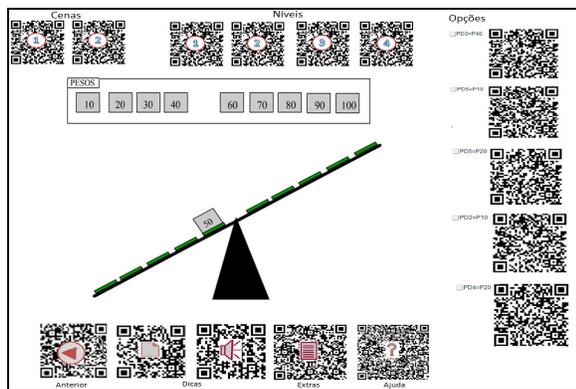


Figura 7: Materialização do OA "Entendendo Grandezas".

Analisando a Figura 7, observa-se que todos os recursos apresentados na Interface da Figura 6 estão representados por QR-Codes. Dessa forma, a Interface da Figura 7, impressa (materializada), possibilita ao usuário a interação com o OA através do uso de um dispositivo móvel. Com o material impresso, o usuário poderá alternar entre as cenas e cenários, obter *feedback*, acessar dicas, esclarecer dúvidas sobre o OA, assim como avançar entre os níveis (num total de 4) dos exercícios.

Esse OA pode ser usado em sala de aula como uma alternativa para apresentar novos recursos e para uso de outras tecnologias, principalmente se considerarmos o público alvo formado por Nativos Digitais [30] ou *Homo Zappiens* (i.e., aqueles que cresceram usando múltiplos recursos tecnológicos desde a infância como o controle remoto, computador, o telefone celular, mp3 *player*, entre outros [35]). Dessa forma, o professor pode utilizar uma estratégia apresentando os diferentes meios de acessar o mesmo conteúdo educacional. Além do computador e dos dispositivos móveis, o professor pode utilizar a mídia impressa com QR-Code. Os alunos podem explorar o OA no papel e depois utilizar as câmeras no desktop e/ou dos dispositivos móveis para acessar os conteúdos dinâmicos.

No OA desenvolvido, os QR-Codes permitem acessar vários recursos e distingui-los quanto a funcionalidade (ouvir uma mensagem, assistir a um vídeo, etc.). Alguns ícones foram desenvolvidos separadamente e sobrepostos aos códigos (Figura 8) a fim de que o usuário tenha uma pista do que eles fazem (ou para o tipo de mídia para a qual estão “apontando”).



Figura 8: Tipos de *feedback* em texto e áudio (ícones sobrepostos à imagem do QR-Code), respectivamente.

A Figura 8 apresenta um exemplo de QR-Code com ícones indicando a sua funcionalidade. Mesmo com um ícone sobreposto, o QR-Code permite obter realimentação através de mensagem de texto (Figura 8 à esquerda). Outro tipo de realimentação para a mesma questão pode ser fornecido através de áudio (Figura 8 à direita). Vale ressaltar que, para visualizar o *feedback* no formato texto não é necessário o acesso a Internet, pois a informação textual pode ser inserida diretamente no próprio QR-Code. Então, basta direcionar a câmera (com *software* leitor de QR-Code ativo) para o QR-Code.

Segundo Moore e Kearsley [26], o vídeo e o áudio são especialmente eficazes para a transmissão de aspectos emocionais ou relacionados à atitude de uma disciplina, podendo ser usados para apresentar opiniões de especialistas, aumentando a credibilidade e o interesse pelos materiais. Este foi um dos motivos para elaborar os dois tipos de *feedback* para o OA.

O estudo inicial realizado com este OA permitiu analisar alguns aspectos que podem ser considerados na elaboração de material didático para o ensino a distância:

- Identificação da funcionalidade do QR-Code. Se o material didático possui muitos recursos a serem acessados por códigos 2D, os ícones sobrepostos poderiam representar a funcionalidade de cada código;
- Tamanho do QR-Code. Para adequar o código 2D ao espaço reservado para o conteúdo do material, pode ser necessário reduzi-lo, o que pode diminuir sua dificuldade de leitura do

código. Para isso, deve-se analisar a possibilidade de uso de códigos que possuam tamanhos menores;

- Uso de elementos coerentes e complementares ao tema, a fim de evitar a sobrecarga cognitiva. Muitas mídias utilizadas ao mesmo tempo podem causar sobrecarga cognitiva. Para evitar essa sobrecarga, deve-se verificar se as mídias são complementares para o entendimento do conteúdo e se a organização do material atende aos princípios da aprendizagem multimídia;
- Uso de metadados que facilitem a busca por conteúdos e que favoreçam a reusabilidade. Os metadados do OA devem permitir a descrição de pequenos componentes e possibilitar o acesso individual aos mesmos, ou ainda, o conjunto de elementos que estão relacionados de acordo com o assunto (ou contexto) que o usuário pretende explorar. Deve-se analisar outras tecnologias, como o HTML 5, para o desenvolvimento de material didático e a integração com padrões de metadados;
- Adaptação do conteúdo de acordo com a tecnologia utilizada para acesso. Por exemplo, se o material didático possuir textos, imagens, gráficos, etc. e o aluno quiser visualizar apenas parte deste conteúdo em seu celular, o código 2D presente em cada um desses conteúdos pode permitir o acesso apenas ao elemento que deseja visualizar evitando a necessidade de ver todo o conteúdo em uma tela;
- Integrar recursos que complementam a aprendizagem. Alguns materiais educacionais impressos de EaD possuem uma mídia (CD) como complemento, contendo recursos multimodais. Mas a informação pode não estar disponível de forma a facilitar o entendimento sobre o assunto, uma vez que o leitor precisa desviar sua atenção para procurar e acessar a informação contida no CD recorrendo à outra tecnologia como o computador. Quando os recursos estão distantes, o aluno necessita manter o elemento de informação ativo na memória de trabalho enquanto procura por outro elemento [11]. O material desenvolvido de acordo com a proposta deste artigo permite integrar elementos que complementam um estudo. Por exemplo, o aluno não precisa interromper a leitura do conteúdo e explorar o CD em busca do complemento correspondente ao conteúdo, pois o código 2D presente na mesma página (impressa) de leitura, permitirá o acesso direto ao complemento correspondente ao conteúdo.

A partir deste estudo será desenvolvido um material para o ensino a distância, o qual poderá ser acessado através da Web, dispositivos móveis e mídia impressa com tecnologia de código 2D.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência obtida com a criação de um OA seguindo a proposta apresentada neste artigo permitiu levantar algumas questões importantes para a elaboração de conteúdos educacionais em busca de interatividade, ubiquidade e reusabilidade, principalmente para uso no ensino a distância. Uma das dificuldades encontradas foi a materialização do conteúdo quando ele possui muitos recursos a serem representados por QR-Code, o

que pode ocasionar intervalos pequenos entre um código e outro. Dessa forma surge a necessidade de analisar outros códigos, com tamanho menor, ou organizar o conteúdo de forma a facilitar a materialização.

Será desenvolvido um material didático para cursos de educação a distância que permita a integração das diversas mídias. Como o foco é o uso de material educacional no formato de OA para ensino à distância, será utilizado um Ambiente de Aprendizagem, o Moodle [25], e o *plug-in* MLE-Moodle. O desenvolvimento do OA apresentado neste artigo permitiu refletir sobre a necessidade de o material educacional para o curso a distância atender aos princípios de aprendizagem multimídia, oferecendo a opção de acesso através de diferentes dispositivos e da mídia impressa com a tecnologia QR-Code.

Pretende-se, com isso, elaborar um modelo para OA ubíquos e verificar a relevância deste modelo como apoio na elaboração de materiais (OA) para a educação a distância. Após a elaboração e uso do material para cursos a distância, será realizado um estudo comparativo, considerando os materiais utilizados anteriormente no curso e os materiais desenvolvidos integrando a proposta deste artigo.

REFERÊNCIAS

- [1] Al-khalifa, H., 2008. Utilizing QR-Code and Mobile Phones for Blinds and Visually Impaired People, In: K. Miesenberger et al. (Eds.), *ICCHP 2008*, LNCS 5105, pp. 1065–1069.
- [2] Barbosa, J.; Hahn, R.; Rabello, S.; Pinto, S.C.C.S.; Barbosa, D.N.F., 2007. Computação móvel e ubíqua no contexto de uma graduação de referência, *Revista Brasileira de Informática na Educação*, Vol.15, n.3
- [3] Belisário, A. 2006. O material didático na educação a distância e a constituição de propostas interativas, In: SILVA, M. (org), *Educação Online*, São Paulo: Loyola, pp. 137-148.
- [4] Censo Ead.br, 2010. Censo ead.br / organização Associação Brasileira de Educação a Distância. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- [5] Chen, Y.S.; Kao, T.C.; Sheu, J.P.; Chiang, C.Y., 2002, A mobile scaffolding-aid-based bird-watching learning system, *Proceedings of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'02)*, IEEE Computer Society Press, pp.15–22.
- [6] Curtis, M.; Luchini, K.; Bobrowsky, W.; Quintana, C.; Soloway, E., 2002, Handheld use in K-12: a descriptive account, *Proceedings of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'02)*, IEEE Computer Society Press, pp.23–30.
- [7] De Masi, D., 2000. *O Futuro do Trabalho: fadiga e ócio na sociedade pós-industrial*. Rio de Janeiro: José Olympio.
- [8] Denso Wave Incorporated, 2010, *Basic Info*, Disponível em <http://www.denso-wave.com/en/adcd/fundamental/index.html>, Acesso em: 14 Out. 2010.
- [9] ENAP, 2006. Educação a distância em organizações públicas; mesa-redonda de pesquisa-ação. Brasília: ENAP. 200p.
- [10] Falas, T.; Kashani, H., 2007. Two-Dimensional Bar-code Decoding with Camera-Equipped Mobile Phones. *Proceedings of the Fifth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops - PerComW'07*. White Plains, NY.

- [11] Filatro, A., 2008. *Design instrucional na prática*, São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- [12] Furlan, R.; Ehrenberg, K. C., 2009. Desenvolvimento de conteúdo audiovisual para dispositivos móveis, In: SQUIRRA, S.; BECKER, V. (orgs.), *TVDigital.br*, São Paulo: Ateliê Editorial, pp.171 -189.
- [13] Ghiron, S. L.; Medaglia, C. M.; Perrone, A., 2009. “Art-sonomy”: Social Bookmarking of Real Artworks via Mobile Applications with Visual Tags, Part III, *HCI 2009*, LNCS 5616, pp. 375–384.
- [14] Gomes, F. J. L., 2009. *Explorando Objetos de Aprendizagem na TV digital: estudo de caso de alternativas de interação*, Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: PGIE/UFRGS, 162p. Tese de Doutorado.
- [15] Heath, C.; Luff, P., 2000. *Technology in Action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [16] Hodge, G., 2001. *Metadata made simpler: a guide for libraries*, Bethesda, MD: National Information Standards Organizations, 15p.
- [17] Hooft, M. V.; Swan, K.; Cook, D.; Lin, Y., 2006. What is ubiquitous computing ? In: Hooft and Swan, *Ubiquitous Computing in Education Invisible technology, visible impact*, London: Lawrence Erlbaum Ass., pp.3-17.
- [18] IEEE, L.T.S.C. 2002, *IEEE Standard for learning object metadata*, Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>> Acesso em: 28 Set. 2010.
- [19] Klemmer, S. et al., 2003. Books with Voices: Paper Transcripts as a Tangible Interface to Oral Histories, *CHI 2003: NEW HORIZONS*, Ft. Lauderdale, Florida, USA. pp.89-96.
- [20] Lytras, M. et al., 2002. A. Interactive Television and *e-learning* Convergence: Examining the Potential of *t-learning*. European Conference on *e-learning*, 11p.
- [21] Mayer, R. 2009. *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press. 2 ed.
- [22] Mayer, R. E., 2005. Introduction to Multimedia Learning. In: MAYER, R. E. (Ed.). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press, pp.1-18.
- [23] Melo, B. R.S.; Vasconcelos, F. H. L.; Pequeno, M. C.; Filho, J. A. C.; Silva, V. M. L., 2008. Objeto de Aprendizagem Gangorra Interativa na Compreensão Conceitual de Grandezas. *WIE – Workshop sobre Informática na Escola*, Belém-PA.
- [24] MLE-Moodle, 2010, *Mobile Learning Engine*, Disponível em: <http://mle.sourceforge.net/> , Acesso em: 04 Dez. 2010.
- [25] Moodle, 2010, *Open-source community-based tools for learning*, Disponível em: <http://moodle.org/>, Acesso em: 10 Nov. 2010.
- [26] Moore, M.; Kearsley, G., 2008. *Educação a distância: uma visão integrada*, São Paulo: Cengage Learning.
- [27] Ogata, H.; Yano, Y. 2004 Knowledge awareness for a computer-assisted language learning using handhelds. *International Journal of Continuous Engineering Education and Lifelong Learning*, v. 14, n. 4-5. pp.435-449.
- [28] Özdemir, S., 2010. Supporting printed books with multimedia: A new way to use mobile technology for learning, *British Journal of Educational Technology*, Vol. 41 No 6, pp. 135–138.
- [29] Patokorpi, E.; Tétard, F.; Qiao, F.; Sjövall, N., 2007. Learning objects to support constructivist learning, In: Harman, K & Koohang, A. (Eds), *Learning objects: applications, implications & future directions*, Santa Rosa, Califórnia: Informing Science Press. pp. 187-221
- [30] Prensky, M., 2001. Digital natives, Digital immigrants, *MCB University Press*, Vol. 9 No. 5.
- [31] Quinn, C., 2000. mLearning: mobile, wireless, in-your-pocket, *Line Zine*, Disponível em: <http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm>. Acesso em : Jan. 2010
- [32] Ramsden, A., 2008. The use of QR-Codes in Education: A getting started guide for academics. *Online Publications Store*, University of Bath Opus, 2008. Disponível em: <<http://opus.bath.ac.uk/>> Acesso em 15 Set. 2010.
- [33] Santos et al., 2008. Uma Proposta de Modelo para Objetos de Aprendizagem, *WIE – Workshop sobre Informática na Escola*, Belém do Pará.
- [34] Sellen, A.; Harper, R., 2001. *The Myth of the Paperless Office*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [35] Veen, W.; Vrakking, B., 2009. *Homo Zappiens educando na era digital*, Porto Alegre: Artmed.
- [36] Wiley, D., 2002. *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 10 Abr. 2010.