

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA
EDUCAÇÃO**

Núbia dos Santos Rosa Santana dos Santos

**M-ROAMIN – Um Modelo para Representação de Objetos de
Aprendizagem Multimodais Interativos**

PORTO ALEGRE

2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA
EDUCAÇÃO**

Núbia dos Santos Rosa Santana dos Santos

**M-ROAMIN – Um Modelo para Representação de Objetos de
Aprendizagem Multimodais Interativos**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Doutor em Informática na Educação.

Linha de pesquisa: Ambientes Informatizados e Ensino a distância.

Orientador: Prof. Dr. José Valdeni de Lima

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Krug Wives

PORTO ALEGRE

2013

CIP - Catalogação na Publicação

Santos, Núbia dos Santos Rosa Santana dos
M-ROAMIN - Um Modelo para Representação de Objetos
de Aprendizagem Multimodais Interativos / Núbia dos
Santos Rosa Santana dos Santos. -- 2013.
206 f.

Orientador: José Valdeni de Lima.
Coorientador: Leandro Krug Wives.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares
em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-
Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-
RS, 2013.

1. Mobilidade. 2. Interatividade . 3. Códigos 2D.
4. Mídia impressa. I. Lima, José Valdeni de, orient.
II. Wives, Leandro Krug, coorient. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

**ATA DA SESSÃO DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DE
NÚBIA DOS SANTOS ROSA SANTANA DOS SANTOS**

Às quatorze horas do dia trinta de outubro de dois mil e treze, no Auditório do PGIE/CINTED – Sala 329, reuniu-se a Comissão de Avaliação, composta pelos Professores Doutores: Liane Margarida Rockenbach Tarouco, José Palazzo Moreira de Oliveira e Marcos Roberto da Silva Borges para a análise da Defesa de Tese intitulada “*M-ROAMIN- Um Modelo para Representação de Objetos de Aprendizagem Multimodais e Interativos*” da doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação Núbia dos Santos Rosa Santana dos Santos, sob a orientação do Prof. Dr. José Valdeni de Lima e coorientação do Prof. Dr. Leandro Krug Wives.

A Banca, reunida, após a apresentação e arguição, emite o parecer abaixo assinalado.

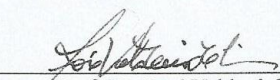
Considera a Tese aprovada

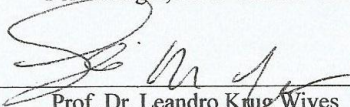
- () sem alterações;
() e recomenda que sejam efetuadas as reformulações e atendidas as sugestões contidas nos pareceres individuais dos membros da Banca;
 e recomenda sua publicação.

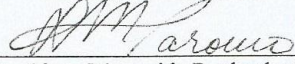
[] Considera a Tese reprovada.


Considerações adicionais (a critério da Banca):

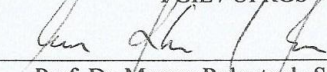
Porto Alegre, 30 de outubro de 2013


Prof. Dr. José Valdeni de Lima
Presidente e Orientador


Prof. Dr. Leandro Krug Wives
Coorientador


Profa. Dra. Liane Margarida Rockenbach Tarouco
PGIE / UFRGS


Prof. Dr. José Palazzo Moreira de Oliveira
UFRGS


Prof. Dr. Marcos Roberto da Silva Borges
UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO
Av. Paulo Gama, 100 - Anexo I da Reitoria – 3º andar
90040-060 – Porto Alegre – RS
Fone: (051) 3308-3986 www.pgie.ufrgs.br

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela presença constante, por tudo.

Aos meus pais, pelo apoio e compreensão em todos os momentos.

Ao meu esposo, pela paciência, companheirismo e incentivo constantes no decorrer desse trabalho.

Aos professores do PGIE pelos inúmeros ensinamentos.

Ao Prof^o José Valdeni, orientador e Prof^o Leandro, coorientador, pela orientação, comprometimento, ensinamentos e colaboração para que as pesquisas e experimentos fossem realizados.

Ao Alexandre Hauber, bolsista vinculado ao projeto, pela dedicação e colaboração como programador neste trabalho.

A Professora Clevi, pela colaboração na realização de pesquisas e experimentos inerentes ao contexto desse trabalho.

A Prof^a Taisy do PPGC/UFRGS, pelo material elaborado e disponibilizado, que serviu de base para desenvolvimento do Objeto de Aprendizagem.

Ao PGIE pela formação recebida.

A CAPES, pelo apoio financeiro com a bolsa de doutorado no início dessa trajetória.

Aos membros da Banca, pela colaboração ao evidenciar as melhorias necessárias.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O acesso aos conteúdos educacionais pode ser realizado usando diferentes tecnologias tais como, o computador, a Internet, os dispositivos móveis, TV interativa, entre outras, cada qual com diferentes restrições e, principalmente, potencialidades. Diante dessas possibilidades de acesso ao conteúdo educacional, deve-se atentar para a elaboração de conteúdos que possam ser acessados por diferentes meios, independente de local ou situação, visando à mobilidade e interatividade do conteúdo. 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. Nesse contexto, esta tese apresenta um modelo para representação de OAs, utilizando diferentes recursos, inclusive a mídia impressa como um meio alternativo de interação e/ou entrada para outros dispositivos com o objetivo de favorecer a aprendizagem, mesmo quando o usuário não possui uma conexão ativa ou equipamento digital à sua disposição. Como alternativa de integração de recursos criou-se o modelo M-ROAMIN (Modelo para Representação de Objetos de Aprendizagem Multimodais Interativos) voltado para a materialização de OAM usando a tecnologia de códigos 2D e aplicação dos princípios da Aprendizagem Multimídia, bem como requisitos para elaboração de conteúdo instrucional, o qual pode ser utilizado no ensino a distância ou presencial. Metadados foram analisados para representar o OAM do modelo e regras foram criadas com o intuito de facilitar a materialização do conteúdo de acordo com a necessidade e meio de acesso. Ao finalizar as etapas de desenvolvimento das aplicações e materialização do OAM, o modelo foi validado com turmas de Graduação e Ensino Médio. Os resultados obtidos nos experimentos indicam os benefícios do modelo como alternativa para facilitar o acesso ao conteúdo educacional com mobilidade e interatividade.

Palavras-chaves: mobilidade, interatividade, mídia impressa, códigos 2D

ABSTRACT

The access to educational content can be performed using different technologies such as the computer, the Internet, mobile devices, interactive TV, among others, each with different restrictions and potential. Considering these possibilities of access to educational content, should to develop contents that can be accessed by different means, independent of place or situation, aiming to mobility and interactivity content. The technologies and the advent of Internet enabled ubiquitous education and the emergence of virtual learning environments, but some problems arise when the user is not logged. In this context, this thesis presents a model for representing LO, using different resources, including printed media as an alternative means of interaction and / or other input devices to provide learning, even when the user does not have an active connection or equipment digital at your disposal. Thus created the model M-ROAMIN (Model of Representation of Multimodal Interactive Learning Objects) for to facilitate the materialization of Multimodal LO using 2D codes technology and the principles of Multimedia Learning, as well as requirements for preparation of instructional content, which can be used in distance learning or classroom learning. Metadata were analyzed to represent the LO model and rules were created in order to facilitate the representation of content in different technologies. At the end of the stages of development of applications and materialization of LO, the model was validated with classes Undergraduate and High School. The results obtained in experiments provide indicators of benefits in using the model as an alternative to facilitate access to content with mobility and interactivity.

Keywords: *mobility, interactivity, printed media, 2D codes*

LISTA DE ABREVIATURAS

AVA - Ambientes Virtuais de Aprendizagem

CLUE - Collaborative Learning support system with an Ubiquitous Environment

DCMI - *Dublin Core Metadata Initiative*

EAD - Ensino a Distância

ENAP - Escola Nacional de Administração Pública

HELLO - *Handheld English Language Learning Organization*

HTML - *HyperText Markup Language*

IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

JSP - *Java Server Page*

LOM - *Learning Object Metadata*

MLE-Moodle - *Mobile Learning Engine - Moodle*

OAM - Objetos de Aprendizagem Multimodais

OBAA - Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes

PDA - *Personal Digital Assistant*

PHP- *Personal Home Page*

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

RDF - *Resource Description Framework*

RFID - *Radio Frequency IDentification*

ROAD - Repositório de Objetos de Aprendizagem para Dispositivos móveis

SULOM - *Semantic-oriented Ubiquitous Learning Object Model*

ULO - *Ubiquitous Learning Object*

XML - *Extensible Markup Language*

WCDMA - *Wideband Code Division Multiple Access*

WLAN - *Wireless Local Area Network*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aprendizagem Multimídia.....	33
Figura 2. Arquitetura HELLO.....	48
Figura 3. Arquitetura do ROAD	49
Figura 4. Modelo M-AVA	50
Figura 5. Visão geral da arquitetura GlobalEdu.....	51
Figura 6. Metadados de Objetos de Aprendizagem Ubíquos	52
Figura 7. Exemplo de código DataMatrix	55
Figura 8: Estrutura de QR Code.....	56
Figura 9. Exemplo de leitura de QR Code no computador	58
Figura 10. Projeto Artsonomy.....	60
Figura 11. Mobile Magic Hand.....	60
Figura 12. Modelo de conteúdos da estrutura de informação de OA	66
Figura 13. Exemplo de registro no Moodle.....	70
Figura 14. Arquitetura da plataforma Android.....	72
Figura 15. Metodologia utilizada.....	75
Figura 16. Alunos que costumam imprimir conteúdo para estudar	77
Figura 17. Alunos que sentem falta da Interatividade	77
Figura 18. Alunos que utilizam mídia impressa para rascunho	77
Figura 19. Alunos que gostariam de usar conteúdo off-line	78
Figura 20. Processo inicial de acesso aos conteúdos dinâmicos com QR Code .	81
Figura 21. Vantagem da integração de tecnologias – mídia impressa, QR Code e dispositivos móveis	82
Figura 22. OA Prevenção na Web e seus recursos	86
Figura 23. Materialização do OA na mídia impressa com QR Code	87
Figura 24. Atividade elaborada no <i>HotPotatoes</i>	89
Figura 25. Interface do OAM "Entendendo Grandezas"	93
Figura 26. Uso de QR Code no OA impresso	94
Figura 27. OA acessado pela Web e dispositivos móveis, respectivamente.....	95
Figura 28. Tipos de <i>feedback</i> verbal e não verbal.....	97
Figura 29. Melhorias no OAM.....	98
Figura 30. Tela do OAM Prevenção na Web.....	99
Figura 31. Tela do OAM materializado.....	100
Figura 32. Número de acertos do Grupo A e Grupo B	101
Figura 33. Comparativo entre médias de acertos dos dois grupos	101
Figura 34: Tipos de interação no OAM Prevenção.....	105
Figura 35. Modelo de conteúdo do OAM “Prevenção na Web”	106
Figura 36. Resultado sobre a impressão de conteúdos para estudo	113
Figura 37. Importância de áudio e vídeo na aprendizagem	114

Figura 38. Necessidade de elaboração de conteúdo adaptado para dispositivos móveis.....	114
Figura 39. Sentem falta de recursos interativos ao utilizar a mídia impressa.....	115
Figura 40. Resultado sobre impressão de material para estudo – turma 1	116
Figura 41. Resultado sobre impressão de material para estudo – turma 2	117
Figura 42. Resultado sobre impressão de material para estudo – turma 3	118
Figura 43. Interatividade do OAM segundo a percepção dos alunos	120
Figura 44. Resultados do questionário de desempenho – Grupos A e B.....	124
Figura 45. Processo inicial	127
Figura 46. Processo refinado	128
Figura 47. Arquitetura do modelo proposto	129
Figura 48. Processos de representação de OAM.....	130
Figura 49. Aplicação para materialização de questionários do OAM	131
Figura 50. Tabelas do Moodle utilizadas para o aplicativo	134
Figura 51. Tela de cadastro do usuário	135
Figura 52. Tela inicial do aplicativo	135
Figura 53. Tela de registro das respostas	136
Figura 54. Processo de atualização (envio) do questionário no Moodle	136
Figura 55. OAM Árvores B e materialização, respectivamente	139
Figura 56. Diferença entre os questionários (2 e 1) em cada grupo da Turma A	142
Figura 57. Resultado da Interatividade do OAM - Turma A.....	143
Figura 58. Gráfico do resultado de avaliação do aplicativo - Turma A	148
Figura 59. Tela do OAM Prevenção na Web e materialização, respectivamente	149
Figura 60. Diferença entre os questionários (2 e 1) em cada grupo da Turma B	152
Figura 61. Resultado da interatividade do OAM - Turma B.....	153
Figura 62. Gráfico do resultado da avaliação do aplicativo - Turma B	157
Figura 63. Tela do OAM Prevenção na Internet e materialização	158
Figura 64. Diferença entre os questionários (2 e 1) em cada grupo da Turma C	161
Figura 65. Resultado da interatividade do OAM - Turma C.....	162
Figura 66. Resultado da avaliação do aplicativo Android - Turma C.....	165
Figura 67. Avaliação geral do aplicativo Android.....	166
Figura 68. Tela inicial do aplicativo – versão atualizada	166
Figura 69. Tela com aviso de pendência de atualização dos questionários.....	167
Figura 70. Tela do aplicativo com o resultado de um questionário.....	167
Figura 71. Tela de detalhes dos questionários.....	168
Figura 72. Fórum criado para Oficina sobre Códigos 2D	169

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Mídias utilizadas por região geográfica	38
Tabela 2. Mídias utilizadas na EaD	39
Tabela 3. Comparativo entre códigos 2D	58
Tabela 4. Pesquisa realizada em 2011 com alunos de graduação	76
Tabela 5. Pontos da escala utilizada	119
Tabela 6. Média do grupo nas respectivas questões	124
Tabela 7. Resultado de desempenho do Grupo 1- Turma A.....	140
Tabela 8. Resultado do questionário do Grupo 2 - Turma A	141
Tabela 9. Resultado da avaliação do aplicativo Android – Turma A	146
Tabela 10. Resultado de desempenho do Grupo 1- Turma B.....	150
Tabela 11. Resultado de desempenho do Grupo 2 – Turma B	151
Tabela 12. Resultado da avaliação do aplicativo Android – Turma B	155
Tabela 13. Resultado de desempenho do Grupo 1- Turma C.....	160
Tabela 14. Resultado de desempenho do Grupo 2 - Turma C.....	161
Tabela 15. Análise do aplicativo - Turma C.....	163

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Gerações da EaD.....	35
Quadro 2. Tipos de interatividade em ambientes educacional multimídia.....	40
Quadro 3. Pontos fortes e fracos das tecnologias.....	42
Quadro 4. Recomendações de usabilidade	43
Quadro 5. Metadados do Dublin Core.....	63
Quadro 6. Tags HTML5.....	84
Quadro 7. Taxonomia de Bloom e OAs.....	92
Quadro 8. Adequação de conteúdos de acordo com o meio	110
Quadro 9. Requisitos para criação do dispositivo	132
Quadro 10. Grupos, recursos e atividades do experimento	137
Quadro 11. Atividades realizadas nas aulas da Turma A.....	139
Quadro 12. Planejamento das aulas Turma B.....	149
Quadro 13. Planejamento das aulas na Turma C	159

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Problema de pesquisa	18
1.2. Hipóteses.....	19
1.3 Objetivos.....	20
1.4. Justificativa e relevância	21
1.5. Estrutura do documento.....	22
2. TEORIAS E PRINCÍPIOS PARA DESENVOLVIMENTO DE CONTEÚDOS EDUCACIONAIS	24
2.1. Aprendizagem Móvel e Ubíqua.....	24
2.2. Aprendizagem Multimídia	28
2.3. Tecnologias e instruções para material didático	34
3. ESTADO DA ARTE: MOBILIDADE E UBIQUIDADE	46
4. RECURSOS E PADRÕES	55
4.1 Recursos - códigos 2D.....	55
4.1.1. DataMatrix	55
4.1.2. QR Code	56
4.1.3. Aplicações de códigos 2D	59
4.2. Metadados para conteúdos educacionais.....	62
4.2.1 Dublin Core	63
4.2.2 LOM	64
4.2.3. Modelo de metadados UMBRELO	65
4.2.4. Padrão OBAA.....	67
4.3. MOODLE	69
4.3.1 MLE–Moodle	70
4.4. Plataforma ANDROID.....	71
5. ESTUDOS PRELIMINARES – DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM MULTIMODAIS	74
5.1. Pesquisa sobre o uso da mídia impressa	76
5.2. Integração da Tecnologia de códigos 2D.....	79
5.3. Elaboração do material educacional	82
5.4. Estratégias para aplicação do OAM	87
5.5. Resultados parciais.....	92
5.5.1 Experimento inicial com OAM	99
5.5.2 Metadados e regras para OAM	105
5.6. Resultados de experimentos preliminares	112
5.6.1. Pesquisa geral sobre mídia impressa	113
5.6.2 Análise de interatividade	119
5.6.3. Análise de desempenho.....	123
6. M-ROAMIN – AMPLIAÇÃO E RESULTADOS	126

6.1. Refinamento do modelo.....	127
6.1.1. Aplicação para materialização de OAM	130
6.2. Projeto do experimento.....	137
6.2.1. Aulas na turma A.....	138
6.2.2. Aulas na turma B.....	148
6.2.3. Aulas na turma C.....	158
6.2.4 O uso de novas tecnologias	169
7. CONCLUSÕES	172
7.1 Contribuições.....	175
7.2. Trabalhos futuros.....	176
REFERÊNCIAS.....	178
APÊNDICES	188
Apêndice A - Metadados do Modelo.....	188
Apêndice B - Regras.....	195
Apêndice C - Processos da materialização do OAM	197
Apêndice D - Questionário materializado pela aplicação do modelo	198
Apêndice E - Questionário sobre uso de dispositivos móveis.....	199
Apêndice F - Resultados da análise T - student	200
Apêndice G - Questionário de interatividade	201
Apêndice H - Questionário de avaliação do Aplicativo Android	203
Apêndice I - Dicionário de Dados	205

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, diversos recursos podem ser empregados na construção e disponibilização de conteúdos pedagógicos e tais recursos vão desde a mídia impressa até a mídia digital, incluindo as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), tais como o computador, vídeos, televisão, rádio, etc. Entre tais recursos destacam-se também 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” (IEEE, 2002). Para Wiley (2001), um OA é qualquer recurso digital que possa ser utilizado para o suporte ao ensino. São considerados como pequenos componentes instrucionais que podem ser reutilizados inúmeras vezes, em diferentes contextos de aprendizagem (WILEY, 2001). Nesta tese os Objetos de Aprendizagem serão considerados como qualquer recurso digital ou não digital que possa ser utilizado como apoio no processo de ensino e aprendizagem, no ensino a distância e no ensino presencial. Entende-se que um OA pode ser um recurso completo, ou seja, composto por vários componentes (imagens, texto, animação) ou qualquer um desses componentes usados isoladamente (p. ex., um vídeo).

Considerando a existência de diferentes meios de acesso aos conteúdos digitais, é fundamental que os recursos educacionais tais como os OA sejam ubíquos, multimodais e interativos. Portanto, deve-se elaborar estratégias que possibilitem a continuidade do ensino através de diferentes dispositivos, possibilitando ao aluno acessar a informação independente da tecnologia e do local.

A ubiquidade é um requisito importante uma vez que permite várias possibilidades de acessar e usar conteúdos digitais em qualquer momento, independente de lugar. Os conteúdos educacionais também devem ser multimodais (considerando a materialização do conteúdo), isto é, desenvolvidos de maneira a possibilitar interação de vários modos. Com isso, poderiam ser

acessados através do computador, Internet, dispositivos móveis e inclusive pela TV digital (TVD), oferecendo maior facilidade no uso de recursos educacionais.

Além disso, o material deve ser multimodal no sentido de oferecer diferentes maneiras de ser acessado em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Moreno e Mayer (2007) definem ambientes de aprendizagem multimodais como ambientes que usam dois modos diferentes de representar o conteúdo: verbal e não verbal. Moreno e Mayer (2007) fazem uma distinção entre modo e modalidade: o modo é código usado para representar a informação, isto é, verbal (palavras impressas, palavras faladas) e não verbal (ilustração, imagem, vídeo, animação). Já a modalidade é o sensor utilizado para receber a informação: auditivo (ouvidos) e visual (olhos). Nesse sentido considera-se um OA Multimodal (OAM) um objeto que permita ao usuário explorar os sentidos através de informação verbal e não verbal.

Considerando as diferentes modalidades de *e-learning* como *m-learning* e *t-learning* é fundamental que os recursos educacionais, como os OA, sejam elaborados considerando características como ubiquidade, mobilidade e interatividade de forma a facilitar o ensino a distância.

Em relação ao *e-learning*, Heppell (2002) define como a oportunidade para o aluno explorar novos conhecimentos, experimentar novos riscos, desenvolver novas colaborações e obter novos conhecimentos. Além disso, trata-se de vários meios de comunicação e múltiplas mídias e vários estilos de aprendizagem, juntamente com a oportunidade de atender outros contextos. Para alguns autores o *m-learning* é uma extensão do *e-learning*. Segundo Quinn (2000) o *m-learning* é o *e-learning* através da tecnologia de dispositivos móveis. Para Harris (2001) é o ponto em que a computação móvel e o *e-learning* se interceptam para produzir uma experiência de aprendizagem em qualquer hora e lugar. Já o *t-learning* é considerado por Lytras *et al.* (2002) como a convergência de duas tecnologias distintas: televisão e computador.

Além dessas possibilidades de acesso aos conteúdos educacionais, este projeto analisa a mídia impressa como uma alternativa para uso desses conteúdos no ensino a distância, servindo de complemento. Mesmo o papel apresentando algumas desvantagens em relação à apresentação de conteúdo dinâmico por ser estático, ele pode ser utilizado como dispositivo de ligação para a mídia digital, inclusive com a TV digital (GOMES, 2009). De acordo com os Referenciais de qualidade de Ensino Superior a Distância (BRASIL, 2007) é recomendável que as instituições elaborem seus materiais para uso a distância, buscando integrar as diferentes mídias, explorando a convergência e integração entre materiais impressos, radiofônicos, televisivos, de informática, de videoconferências e teleconferências, dentre outros, sempre na perspectiva da construção do conhecimento e favorecendo a interação entre os múltiplos atores. Sellen e Harper (2001) ressaltam quatro características-chave do papel, como 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.

Além do acesso ao OA por outros dispositivos, destaca-se a integração do papel, um dos recursos utilizados para material educacional na EaD e no meio escolar, com recursos digitais como forma de promover a interatividade e facilitar o acesso aos conteúdos multimídia, e para favorecer a aprendizagem multimídia e ubíqua (detalhadas no Capítulo 2).

Neste contexto, considera-se que a mídia impressa pode ser utilizada para facilitar a mobilidade de conteúdos e proporcionar o acesso ubíquo aos conteúdos interativos com auxílio de dispositivos, além da integração entre documentos físicos e documentos virtuais (SANTOS, LIMA e WIVES, 2012).

A problemática, os objetivos, a motivação, a relevância, bem como a estrutura da tese, serão apresentados nas próximas seções.

1.1. Problema de pesquisa

A problemática está relacionada às limitações das tecnologias para fornecer o acesso aos conteúdos educacionais de modo a garantir a mobilidade, interatividade e usabilidade. Enquanto a mídia impressa possui limitações relacionadas à interatividade, o computador, assim como os dispositivos móveis e TV digital, possui limitações relacionadas ao seu suporte. Além disso, dados do Censo Ead.br (Censo EAD.Br, 2010; Censo EAD.Br, 2012) mostram que a mídia impressa ainda é muito utilizada na EAD. Com as limitações da mídia impressa, o aluno que utiliza somente esse tipo de mídia possui acesso limitado aos recursos multimídia. Considerando a teoria da Aprendizagem Multimídia de Mayer (2005) e o pressuposto do canal dual (detalhados no Capítulo 2) verifica-se a importância de integração de recursos, utilizados de forma adequada, como forma de favorecer a aprendizagem, principalmente quando se utiliza a mídia impressa. Dessa forma, verifica-se a relevância da inclusão de recursos complementares à mídia impressa para proporcionar a interatividade e o acesso aos vários recursos multimídia.

Em relação à mídia impressa, Belisário (2006) aponta algumas limitações 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. Ainda segundo Belisário, isso não reduz a necessidade e importância, uma vez que, para grande parte da população, o papel ainda é e será por um bom tempo a mídia mais adequada ao desenvolvimento de atividades a distância. Em relação ao material em Hipertexto, Belisário (2006) o descreve como a possibilidade de utilização de imagens em movimento, de interação com as imagens, arquivos sonoros, exercícios interativos, etc. Belisário (2006) também aponta que o uso do computador apresenta problemas tais como falta de hábito de leitura na tela, problema de acesso ao material e necessidade de ambiente adequado, mas, no entanto, possibilita a interação - característica importante nos cursos de EaD.

Alguns materiais educativos, inclusive livros, possuem uma mídia digital como complemento ao material. Para acessar o material complementar, o leitor precisa se distanciar do conteúdo em análise para encontrar na mídia o contexto específico correspondente ao assunto analisado, o que interrompe o processo cognitivo. Nesse momento, a aprendizagem pode ser prejudicada pela necessidade de utilizar recursos cognitivos na tarefa de reunir a informação. A proposta de diminuir o distanciamento do conteúdo em reflexão para buscar informações complementares sobre o mesmo consiste em utilizar recursos integrados à mídia impressa e acessados por dispositivos móveis, como forma de manter o foco no conteúdo, considerando também o princípio da proximidade espacial, na teoria da Aprendizagem Multimídia (MAYER, 2005).

1.2. Hipóteses

Diante das possibilidades de acesso e a diversidade de recursos educacionais existentes, tais recursos deveriam ser elaborados integrando meios complementares (outras mídias) de forma a atender à mobilidade do aluno e favorecer a aprendizagem em diferentes situações.

Diante disso, lança-se a seguinte hipótese: agregar códigos 2D ao objeto de aprendizagem no formato impresso permite que este seja utilizado como meio de interação, diferente de quando utilizado sem tais códigos. De posse de recursos em papel ampliados por códigos 2D, o usuário é capaz de acessar recursos multimídia de um OAM, desde que possua um dispositivo móvel capaz de reproduzi-los, o que pode reduzir as limitações de interatividade e facilitar o acesso ao conteúdo interativo em qualquer hora e lugar. O material (OA) disponível no AVA poderá ser materializado em mídia impressa com códigos 2D, o que permitirá registrar as ações do aluno no dispositivo, inclusive de forma *off-line*, e posterior atualização no histórico do AVA.

Outra hipótese é que um material impresso com possibilidades de recursos complementares tais como vídeo, áudio, animação (relacionados ao mesmo

conteúdo) facilita o entendimento do conteúdo, desde que utilizado de forma correta, conforme os princípios da teoria da Aprendizagem Multimídia. Os cursos que disponibilizam o conteúdo no formato impresso poderiam realizar o planejamento incluindo recursos para conteúdos complementares e interativos, proporcionado aos alunos outras opções de exploração do conteúdo.

1.3 Objetivos

Considerando a relevância da interatividade, ubiquidade e mobilidade do material educacional o objetivo é apresentar um modelo para desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Multimodais (OAM) que permita a materialização de recursos multimídias representados por códigos 2D na mídia impressa, além da sua decodificação por meio de dispositivos móveis e o registro *off-line* da interação do aluno para posterior atualização no AVA. O OAM pode ser acessado pela Web, diretamente no AVA, pelo dispositivo móvel e pela mídia impressa através da materialização.

Objetivos específicos:

- Permitir novas possibilidades de planejamento do material para o ensino a distância (e presencial) oferecendo opções de acesso aos recursos interativos e complementares ao conteúdo;
- Contribuir para a reutilização do material educacional, inclusive na EaD, uma vez que o material impresso com códigos 2D pode permitir a atualização do conteúdo independente da reimpressão, isto é, pode-se alterar o conteúdo *on-line* mantendo a URL (representada pelo código);
- Permitir acesso multimodal ao conteúdo, ou seja, ao utilizar a mídia impressa com códigos 2D, o aluno pode visualizar os textos e imagens e explorar outros recursos interativos (exercícios, áudio, vídeos, etc.), representados pelos códigos 2D, quando utilizar o dispositivo móvel;

- Elaborar um material educacional usando padrões de metadados para facilitar o acesso e compartilhamento de recursos (texto, imagem, vídeo, áudio, exercício, etc.) de um OA;
- Elaborar regras para representação dos recursos de OA de acordo com os diferentes meios, de modo a facilitar o processo de materialização;
- Propiciar modos (verbal e não verbal) diferenciados para explorar o OA, de modo a atender aos diferentes perfis de aluno (mais auditivo ou mais visual);
- Aproximar os alunos do uso das tecnologias móveis e apresentar as possibilidades dos códigos 2D. Vale ressaltar que muitos alunos não conhecem a tecnologia de códigos 2D e tal tecnologia oferece diversas formas de acesso à informação, o que favorece a inclusão digital.

1.4. Justificativa e relevância

Compreende-se que todos os recursos contidos em materiais educacionais deveriam ser experimentados, independente do meio utilizado pelo aluno. A relevância deste projeto está na possibilidade de integrar os benefícios da mídia impressa aos recursos digitais, possibilitando mobilidade, ubiquidade e interatividade ao material educacional. Através da mobilidade do material educacional, o aluno pode estudar em qualquer tempo e lugar, mas é fundamental que o material propicie a interatividade. Porém, mesmo na ausência de um desses aspectos, o material ainda deveria estar disponível para uso pelo aluno. Dessa forma, o modelo proposto oferece opções ao aluno para estudar o conteúdo, ou seja, se aluno preferir estudar pela mídia impressa o material será o mesmo disponível no AVA, porém com códigos 2D para acesso via dispositivo aos recursos interativos, caso o aluno queira explorar tais recursos. Vale ressaltar que alguns alunos preferem imprimir o conteúdo para estudar (SANTOS, LIMA e WIVES, 2012). A justificativa deste projeto e sua viabilidade baseiam-se na importância de integração de recursos multimodais para a aprendizagem, na

necessidade de melhorar os meios utilizados para o ensino a distância (e presencial) atualmente, e, ainda, possibilitar que o aluno possa explorar o conteúdo de diferentes modos (verbal e não verbal).

Dessa forma, o aluno independentemente do local onde se encontra conseguirá estudar utilizando a mídia impressa e quando estiver em um meio digital o andamento deste estudo será sincronizado no documento virtual. O material desenvolvido integrará os requisitos para atender ao pressuposto do canal dual (MAYER, 2005). Em alguns momentos, como no caso do uso da mídia impressa, o material não possibilitará a utilização do pressuposto do canal dual. Porém, o material materializado em mídia impressa com códigos 2D possibilitará o acesso aos vários recursos, através da integração com os dispositivos móveis (*m-learning*), o que atende ao pressuposto do canal dual.

1.5. Estrutura do documento

A tese está estruturada da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta o referencial teórico que envolve os conceitos e teorias relacionados à aprendizagem móvel, ubíqua e Aprendizagem Multimídia. Além disso, o capítulo 2 apresenta um referencial sobre recursos utilizados na educação a distância e *design* instrucional. A partir dos estudos realizados neste capítulo foi possível levantar alguns requisitos necessários para a elaboração de material instrucional baseado na proposta desta tese.

O capítulo 3 aborda o estado da arte com a apresentação de alguns trabalhos relacionados à mobilidade e ubiquidade para conteúdos educacionais e o uso de padrões de metadados para facilitar a busca e compartilhamento de tais conteúdos.

O capítulo 4 apresenta o referencial sobre os recursos necessários para implementação do modelo proposto. Também apresenta o referencial sobre padrões e modelos de metadados existentes, uma vez que o projeto analisa

metadados para o modelo e propõe regras para representação do conteúdo considerando o meio utilizado para estudo.

O capítulo 5 apresenta a metodologia, o modelo proposto, alguns resultados obtidos a partir de pesquisas e experimentos preliminares desenvolvidos com protótipos, os quais resultaram na publicação de alguns trabalhos.

O capítulo 6 apresenta o modelo M-ROAMIN (Modelo de Representação de Objetos de Aprendizagem Multimodais Interativos), refinado após os experimentos preliminares (capítulo 5), a arquitetura e aplicações desenvolvidas para suporte ao modelo, as regras para representação de conteúdos, o projeto dos experimentos, a descrição das atividades realizadas, a validação do modelo e os resultados obtidos.

O capítulo 7 apresenta as considerações finais, as reflexões sobre os trabalhos realizados, as limitações, as contribuições e os trabalhos futuros.

2. TEORIAS E PRINCÍPIOS PARA DESENVOLVIMENTO DE CONTEÚDOS EDUCACIONAIS

Neste capítulo é apresentado o referencial teórico sobre Aprendizagem Móvel, Ubíqua e Aprendizagem Multimídia. Os conceitos e princípios que embasam a Aprendizagem Multimídia foram fundamentais para o desenvolvimento do conteúdo educacional aplicado nos experimentos desse projeto. Além disso, nesse capítulo também são analisados alguns meios de acesso ao conteúdo educacional, inclusive a mídia impressa.

2.1. Aprendizagem Móvel e Ubíqua

Em Hooft *et al.* (2006) a definição de computação ubíqua relacionada a educação inclui a ideia de que ambos, professores e alunos, são participantes ativos no processo de aprendizagem, ao analisar a informação, criar novos conhecimentos por diferentes caminhos (individual e colaborativamente), compartilhar o que aprenderam, e verificar quais as ferramentas apropriadas para uma tarefa específica.

De acordo com os autores 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 uma variedade de tecnologias digitais que estão sempre disponíveis.

Para Barbosa (2007) a educação ubíqua é um processo que ocorre em qualquer tempo e lugar, de forma contínua, contextualizada e integrada ao cotidiano do aprendiz. Em Ogata e Yano (2004) são apresentadas as principais características da aprendizagem móvel e ubíqua (CHEN *et al.*, 2002; CURTIS *et al.*, 2002):

- Permanência - Todos os processos de aprendizagem são registrados continuamente todos os dias.

- Acessibilidade - Os alunos têm acesso aos seus documentos, dados ou vídeos em qualquer lugar. Essa informação é fornecida com base em suas solicitações. Portanto, a aprendizagem envolvida é autogerida.

- Imediatismo - Os alunos, onde estiverem, poderão obter todas as informações imediatamente. Assim, os alunos podem resolver problemas rapidamente. Caso contrário, o aluno pode gravar as perguntas e olhar a resposta mais tarde.

- Interatividade - Os alunos podem interagir com especialistas, professores ou colegas na forma de comunicação síncrona e assíncrona.

- Situar as 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 autêntica. Isso ajuda o aluno a perceber as características de situações problema e executar as ações pertinentes.

Entre tais características, a proposta desta tese integra a acessibilidade, permitindo que os usuários tenham acesso ao conteúdo em qualquer lugar e o imediatismo ao propiciar a obtenção de informações de forma imediata.

Conforme abordam Barbosa *et al.* (2007) com os recursos que a Internet propicia, é possível desenvolver processos educativos, enfatizando a construção e a socialização do conhecimento. Assim, qualquer pessoa, independente do tempo e do espaço, pode se tornar um agente de sua aprendizagem. Dessa forma, a educação apoiada pelas tecnologias da informação e da comunicação, tem como consequência uma concepção construtivista e interacionista de educação.

Para proporcionar o acesso a qualquer momento e lugar faz-se necessário o uso de tecnologias móveis. Dentre algumas possibilidades de recursos da tecnologia móvel apresentadas por Patokorpi *et al.* (2007) 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 – a interação da tecnologia pelo usuário pode ter muitas modalidades, oferecendo ao usuário a liberdade de interagir com a tecnologia da forma mais conveniente;
- Interatividade - o usuário e o sistema podem interagir um com o outro e essa interação não é apenas controlada pelo usuário, pois pode ser iniciada pela tecnologia;
- Personalização - o usuário ou o sistema pode personalizar as definições operacionais de acordo com as preferências do usuário.

Em relação à aprendizagem móvel, Shih e Mills(2007) alertam para a necessidade de modelos pedagógicos apropriados de design instrucional, estratégias de ensino, estilos de aprendizagem e atividades eficazes para propiciar a ubiquidade nos ambientes de aprendizagem móvel.

No contexto do *m-learning*, Patokorpi *et al.* (2007) destacam que a aprendizagem móvel traz uma nova dimensão da tecnologia aplicada ao ensino oferecendo aos alunos a possibilidade de experiências de aprendizagem imediata, reutilizável, persistente, personalizada e situada ao ambiente real.

Segundo Susono e Shimomura (2006), alguns benefícios do *m-learning*:

- Propicia mobilidade sendo ideal para indivíduos em movimento;
- Acesso aos conteúdos a qualquer hora, em qualquer lugar;
- Oportuniza o aumento da interação entre alunos;
- Possibilita a formação ou revisão do conteúdo a qualquer momento;
- Pode melhorar a aprendizagem centrada no aluno;
- Pode motivar os alunos interessados em tecnologia devido ao ambiente rico em multimídia;

- Pode reduzir as barreiras culturais e de comunicação entre professores e alunos, utilizando canais de comunicação que os alunos gostam;
- Facilita a colaboração através da comunicação síncrona e assíncrona.

Os dispositivos móveis tais como os celulares são aparelhos muito utilizados pela população brasileira. Segundo dados do PNAD 2009 (IBGE, 2009), 94 milhões de pessoas com 10 anos ou mais de idade (57,7%) declararam possuir telefone móvel para uso pessoal, o que corresponde a um aumento de 8,7% em relação a 2008. Dados do PNAD 2011 (IBGE, 2011), mostraram que o contingente de pessoas de 10 anos ou mais de idade que tinham telefone móvel celular para uso pessoal foi estimado em 115,4 milhões, o que correspondia a 69,1% da população. A mesma pesquisa mostra que, em relação a 2005, quando 36,6% da população possuíam esse aparelho, o crescimento foi de 107,2%, segundo dados da pesquisa.

Conforme destaca Furlan e Ehrenberg (2009) a mobilidade característica do celular permitiu a comunicação entre indivíduos a qualquer hora, o envio de simples mensagens ou *e-mails* e o acesso à internet sem fios (*Wireless*). O acúmulo das funções permite com apenas um aparelho (o celular) acessar *e-mails*, assistir TV, ouvir música, etc. Com as vantagens da mobilidade e massividade, o celular passou a ser o foco de grandes empresas de tecnologia, o que ocasionou o surgimento de dispositivos mais sofisticados tais como os *smartphones*, que possibilitam a navegação na internet e sincronização de *e-mails* (FURLAN e EHRENBURG, 2009).

Nesse cenário, Pellanda (2009) ressalta que à medida que os dispositivos móveis incorporam mais funcionalidades, tornam-se mais parecidos com computadores, e possuem grande relevância para o processo de inclusão digital devido ao fato de serem mais baratos e possuírem a condição ubíqua. Além disso, Pellanda (2009) relata o fato da grande parcela da população não ter acesso aos telefones fixos, mas que a tecnologia sem fio transpõe este problema

por não exigir ligações diretas com as residências. Essa flexibilidade, aliada a uma expansibilidade, é um dos principais fatores de inclusão digital da tecnologia.

De acordo com Barbosa (2007), a aprendizagem móvel, numa perspectiva pedagógica, aponta para uma nova dimensão na educação ao permitir atender às necessidades da aprendizagem imediata, com flexibilidade e interatividade.

Ao comparar a aprendizagem móvel com a aprendizagem *on-line* utilizando computadores (desktop), Shih e Mills (2007) destacam algumas vantagens da aprendizagem móvel, tais como: locais variados e mutáveis, capacidade para mais interação imediata com professores e colegas, portabilidade e acessibilidade dos dispositivos portáteis, entre outras. Os autores também destacam características da aprendizagem que utiliza dispositivos móveis tais como, informal, espontânea, situada e ubíqua.

Além de ubíquo e móvel, o conteúdo educacional deve ser elaborado para atender aos princípios, estratégias e pressupostos pedagógicos. Nesse sentido, a teoria da Aprendizagem Multimídia colabora para o desenvolvimento de conteúdos educacionais, tais como os Objetos de Aprendizagem.

2.2. Aprendizagem Multimídia

O conhecimento adquirido através da combinação dos sentidos possibilita um maior potencial para a aprendizagem. De acordo com Mayer (2005) a Aprendizagem Multimídia ocorre quando as pessoas constroem representações mentais de palavras (p.ex., texto falado ou texto impresso) e figuras (p.ex., ilustrações, fotos, animações, ou vídeo). Neste caso, a multimídia está relacionada à apresentação de palavras e imagens, enquanto a aprendizagem se relaciona com a construção do conhecimento pelo aprendiz.

Algumas definições do termo multimídia são vistas em Mayer (2005):

- Multimídia - Apresentação (texto impresso ou texto falado) e imagens (ilustrações, fotos, animação ou vídeo);
- Aprendizagem Multimídia - construção mental das representações das palavras e imagens;
- Instrução Multimídia – Apresentação de palavras e imagens que se destinam a promover a aprendizagem;

O mesmo autor cita Mayer e Moreno (2003) para ressaltar que a cognição de um indivíduo processa uma quantidade limitada de canais auditivos/verbais e canais visuais/pictóricos de cada vez. Em contrapartida, a aprendizagem significativa pode exigir processamento cognitivo intensivo para selecionar, organizar e integrar os canais, palavras e imagens, causando a sobrecarga (SWELLER, 1999).

Conforme ressalta Sweller (2004), um aspecto principal e exclusivo da arquitetura humana é a quantidade de memória de longo prazo e a diferença entre os humanos e outras espécies, como a capacidade de aprender e resolver problemas, deriva da memória de longo prazo.

Já a memória de trabalho é a sede de trabalho. Para ter uma informação ampla na memória de longo prazo, essa precisa ser transferida temporariamente para a memória de trabalho, o que pode ocorrer de duas formas: a partir da memória de longo prazo, no caso de um material previamente aprendido ou com uma nova informação através da memória sensorial. E a forma como essas fontes de informação são processadas pela memória de trabalho difere muito, o que exige mais atenção ao *design*, uma vez que o design instrucional é fundamental para a teoria da carga cognitiva (SWELLER, 2004).

Em relação à teoria da carga cognitiva, Mayer (2005) propõe três pressupostos:

- 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. O aprendiz assimila e organiza novas informações integrando ao conhecimento já existente.

Em primeiro lugar, o pressuposto do canal dual está relacionado aos canais de processamento de informação dos seres humanos, que envolve a representação visual e auditiva do material. Nesse aspecto, a suposição do canal dual incorporada na teoria cognitiva da Aprendizagem Multimídia, propõe que o sistema humano de processamento de informação contém um canal auditivo/verbal e um canal visual/pictórico (MAYER, 2005).

A outra suposição é que o canal no sistema de processamento de informação possui uma capacidade limitada, onde apenas uma quantidade limitada de processamento cognitivo pode ocorrer no canal verbal em um momento, e apenas uma quantidade limitada de processamento cognitivo pode ocorrer no canal visual em algum momento (MAYER e MORENO, 2003).

Desta forma, a aprendizagem significativa requer uma quantidade substancial de processamento cognitivo através de canais verbal e visual, envolvendo *‘uma interação seletiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva’* (AUSUBEL, 2003), ocorrendo uma ancoragem. Dessa forma, *“no processo de subsunção, as ideias subordinantes preexistentes fornecem ancoragem à aprendizagem significativa de novas informações”* (AUSUBEL, 2003).

Nesse contexto, percebe-se a relevância de elaborar conteúdos que possam ser explorados por canais diferentes, porém planejados para evitar a ocorrência da sobrecarga cognitiva. Dessa forma, é primordial que o conteúdo educacional seja elaborado de acordo com os princípios da teoria da Aprendizagem Multimídia (MAYER, 2005):

- Princípio da multimídia – as pessoas aprendem melhor a partir de palavras e imagens do que apenas palavras. Vale ressaltar que as imagens devem ser coerentes com o contexto.

- Princípio da proximidade espacial - os alunos aprendem melhor quando as palavras e as imagens correspondentes estão próximas, ou seja, não estão em locais (página, tela) diferentes. Para Filtatro (2008), quando as pessoas precisam integrar informação verbal e pictórica (p.ex., gráfico e explicação na tela de como ler o gráfico) - pode ocorrer uma sobrecarga na memória de trabalho e o processo de aprendizagem ser perturbado. A forma de solucionar este problema é integrar elementos de informação que não podem ser entendidos separadamente. O material deve possuir textos e imagens de modo integrado, isto é, textos próximos às imagens a que se referem. Dessa forma, os recursos cognitivos são poupados na tarefa de reunir todas as informações.

- Princípio da contiguidade temporal - alunos aprendem melhor quando as palavras e imagens correspondentes são apresentadas simultaneamente, em vez de sucessivamente.

- Princípio da coerência – as pessoas aprendem mais a partir de uma mensagem multimídia, quando o material é relevante. No panejamento deve-se verificar se o material é realmente relevante para o contexto de aprendizagem. Caso seja meramente ilustrativo, não deve ser incluído.

- Princípio da sinalização - As pessoas aprendem melhor a partir de uma mensagem multimídia, quando o texto é sinalizado. Como exemplo de sinalização pode-se citar: negrito, sublinhado, cores, etc.

- Princípio da modalidade – As pessoas aprendem melhor a partir de animação com narração do que animação com texto escrito na tela. A animação com o texto escrito, exige que o aluno preste atenção na animação e leia o texto ao mesmo tempo.

- Princípio da redundância – as pessoas aprendem mais a partir de gráficos e narração do que a partir de gráficos, narração e o texto impresso. De acordo com o princípio de redundância o material redundante não facilita a aprendizagem. A redundância ocorre quando a mesma informação é apresentada em múltiplas formas ou é desnecessariamente elaborada. A teoria aborda que o controle da informação redundante aumenta a carga na memória de trabalho, o que interfere na transferência de informações para a memória de longo prazo. Ao eliminar informações redundantes, elimina-se a necessidade de coordenar as múltiplas fontes de informação. Dessa forma, conteúdos instrucionais que eliminam o material redundante podem ser superiores àqueles que incluem redundância.

- Personalização - as pessoas aprendem melhor a partir de apresentações multimídia quando as palavras estão em estilo coloquial. A personalização requer a conversão de palavras no estilo formal para o estilo de conversação. Duas técnicas principais para a criação de estilo de conversação são: (1) usar os termos 'você' e 'eu', em vez de usar apenas a terceira pessoa, e (2) adicionar sentenças em que o instrutor faz comentários diretos para o aluno.

Segundo Mayer (2005) a ocorrência de uma aprendizagem eficiente através de textos e imagens (Figura 1) requer que a utilização dos processos cognitivos no sentido de:

- Selecionar palavras relevantes para o processamento na memória operacional verbal;
- Selecionar imagens relevantes para o processamento na memória operacional visual;
- Organizar as palavras selecionadas em um modelo verbal;
- Organizar as imagens selecionadas em um modelo visual;
- Integrar as representações verbais e visuais ao conhecimento prévio.

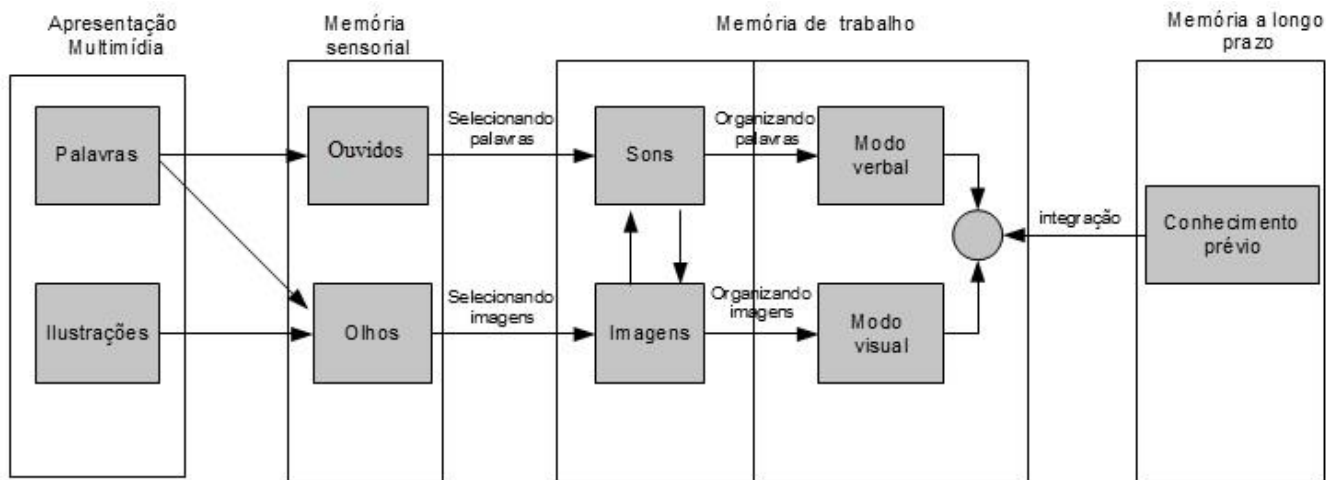


Figura 1. Aprendizagem Multimídia

Fonte: adaptado de Mayer (2005)

As colunas na Figura 1 apresentam os modos de representação do conhecimento (MAYER e MORENO, 2003):

- Representação física (p. ex., palavras ou imagens apresentadas aos alunos);
- Representação sensorial (ouvidos e olhos);
- Representações de memória de trabalho (sons ou imagens);
- Representações de memória de trabalho (modelos, p. ex., verbal e pictórica construídas pelo aluno);
- Representações na memória de longo prazo (p. ex., o conhecimento prévio do aluno).

A Figura 1 apresenta o modelo cognitivo de aprendizagem multimídia para representação do sistema de processamento de informação humana composto por memória sensorial, memória de trabalho e memória de longo prazo, representadas pelas caixas na Figura 1. Imagens e palavras vêm do mundo exterior como uma mensagem multimídia (indicadas no lado esquerdo da Figura 1) e acessam a memória sensorial através dos olhos e ouvidos (indicado na caixa

de memória sensorial). Na memória sensorial as imagens e textos são guardados como imagens visuais na memória visual por um curto período de tempo e os sons na memória sensorial auditiva.

A informação fica armazenada temporariamente na memória de trabalho onde é manipulada pela consciência ativa e posteriormente armazenada na memória de longo prazo onde a informação fica armazenada durante longos períodos.

Em relação à memória e armazenamento de informações, um estudo interessante foi realizado por Sparrow, Liu e Wegner (2011) sobre como o processo de memória humana está se adaptando às tecnologias de informação e comunicação. No artigo são apresentadas algumas questões relacionadas à forma como as pessoas estão armazenando as informações: a questão de aprender o que o computador “sabe” e a busca de informações na memória do computador, o que pode causar uma dependência da tecnologia. Ou seja, as informações obtidas estão sendo armazenadas na memória de longo prazo do aluno? Nesse sentido, deve-se analisar se a quantidade de informação apresentada ao aluno corresponde à qualidade da informação e se é relevante para ensinar a aprendizagem.

2.3. Tecnologias e instruções para material didático

Conforme abordado por Moore e Kearsley (2007), várias tecnologias foram utilizadas no ensino a distância ao longo do tempo para disponibilizar o conteúdo educacional (Quadro 1).

Quadro 1. Gerações da EaD

Geração	Tecnologias
1ª – início em 1940	Correspondência
2ª – início na década de 20	Transmissão por rádio e televisão
3ª – final da década de 60	Universidades Abertas
4ª – a partir de 1980	Teleconferências
5ª – início na década de 90	Internet

Fonte: adaptado de Moore e Kearsley (2007, p.26)

Diante desse quadro pode-se perceber o avanço das tecnologias e os diferentes meios de acesso ao conteúdo ao longo do tempo tais como mídia impressa, vídeo, rádio, internet, etc., proporcionando mais interatividade ao conteúdo educacional. Porém, vale ressaltar que a utilização de determinada tecnologia na educação a distância, requer que o público-alvo possua a infraestrutura necessária para utilizá-la.

Em Moore e Kearsley (2007) verifica-se uma distinção entre tecnologia e mídia, onde a tecnologia é o veículo para comunicar mensagens e estas são representadas por uma mídia, que pode ser texto, imagem (fixas e em movimento), sons e dispositivos.

Conforme destaca Lobato (2009) o material a ser utilizado didaticamente no ensino a distância não se resume apenas na escolha de um livro-texto ou de textos avulsos, mas é necessário que o material ofereça múltiplas interações ao discente e, conseqüentemente, a aprendizagem qualitativa.

Portanto, o material ao ser planejado e elaborado deve prover diferentes formas de interação e acesso por diferentes meios. Um dos meios utilizados para disponibilizar o material no ensino a distância é a mídia impressa. Segundo Jacó (2008) o material impresso possui algumas vantagens:

- Oferece flexibilidade de espaço, tempo e ritmos de aprendizagem;
- É familiar, razoavelmente compreensível e aceito pelos alunos de diversas partes do país e do mundo;
- Favorece ao aprendizado autônomo, por ser adaptável ao ritmo dos alunos, permitindo a releitura, a leitura seletiva, o maior ou menor aprofundamento do que se lê;
- Pode ser “navegado” com facilidade. O acesso aleatório às partes específicas é rápido e conveniente;
- O material didático impresso oferece independência, pois os alunos não precisam de suporte, equipamento, nem assistência para utilizar. Pode ser lido em qualquer lugar e acessado a qualquer momento, permitindo ao aluno maior flexibilidade no acesso ao conteúdo didático;
- Não requer nenhum horário específico para sua utilização (o aluno não precisa estar em um lugar e hora específicos);
- Não requer equipamento específico para ser utilizado;
- Não requer nenhum treinamento para que seja usado com eficiência;
- Oferece portabilidade e é facilmente transportável;
- O material impresso é a tecnologia que os alunos estão mais familiarizados com a linguagem, formato e manuseio;
- É uma alternativa de baixo custo e de alta durabilidade;
- A visualização do conteúdo através da mídia impressa estimula a percepção e a cognição. O material didático impresso concentra a atenção do aluno por longos períodos de tempo.

Compreende-se que o aluno deve se sentir confortável com o meio utilizado para estudo. Segundo Palloff e Pratt (2004) o acesso à tecnologia e

saber utilizá-la é fator crucial para o sucesso do aluno no curso de EaD. A dificuldade no acesso e uso da tecnologia pode ser fonte de frustração para o aluno virtual, impedir seu progresso e tornar-se um obstáculo. Nesse contexto é fundamental que o material educacional possa ser acessado de várias formas tais como Internet, computador, dispositivos móveis e mídia impressa.

Conforme visto em Salgado (2005) a mídia impressa é a mais antiga utilizada na educação a distância (enviada pelo correio ou similar) e apresenta muitas vantagens: permite utilização síncrona ou assíncrona (ou seja, permite trabalhar simultaneamente com grupos de alunos ou com cada aluno em tempos distintos), é facilmente acessível às diferentes regiões do país pois não exige infraestrutura mais sofisticadas, seu custo é relativamente baixo e tende a pesar menos no curso na proporção em que cresce o número de alunos.

De acordo com o ENAP (2006) o material impresso é um complemento importante de outros, tais como os vídeos e programas de TV, e mesmo no caso de cursos pela Internet, alguns alunos tendem a imprimir qualquer texto que ultrapasse quatro ou cinco páginas.

Além disso, algumas localidades não possibilitam o acesso à Internet, o que dificulta a realização de cursos *online* e nesse caso, o material impresso surge como o mais adequado. Alguns dados sobre as mídias utilizadas nas regiões do país são apresentados na Tabela 1 de acordo com o levantamento realizado pelo AbraEAD (2008).

Tabela 1. Mídias utilizadas por região geográfica

Mídias utilizadas	Centro-Oeste		Nordeste		Norte		Sul		Sudeste		Total	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Material impresso	11	64,7	16	80,0	6	85,7	29	70,7	46	83,6	108	77,1
E-learning	10	58,8	13	65,0	4	57,1	21	51,2	40	72,7	88	62,9
Televisão	0	0,0	7	35,0	4	57,1	9	22,0	13	23,6	33	23,6
Vídeo	6	35,3	10	50,0	4	57,1	14	34,1	29	52,7	63	45,0
Satélite	0	0,0	3	15,0	1	14,3	5	12,2	7	12,7	16	11,4
CD	8	47,1	9	45,0	4	57,1	16	39,0	32	58,2	69	49,3
DVD	2	11,8	10	50,0	5	71,4	13	31,7	22	40,0	52	37,1
Rádio	1	5,9	1	5,0	1	14,3	3	7,3	5	9,1	11	7,9
Teleconferência	1	5,9	3	15,0	1	14,3	6	14,6	7	12,7	18	12,9
Videoconferência	5	29,4	6	30,0	1	14,3	8	19,5	14	25,5	34	24,3
Telefone Celular	2	11,8	4	20,0	2	28,6	6	14,6	4	7,3	18	12,9
Outras	0	0,0	1	5,0	1	14,3	4	9,8	9	16,4	15	10,7
NR/NA	5	29,4	3	15,0	1	14,3	7	17,1	4	7,3	20	14,3
Total de instituições	17		20		7		41		55		140	

Fonte: Adaptado de AbraEAD/2008 - amostra

De acordo o Censo EAD. Br (2010) (Tabela 2) entre as mídias utilizadas, o material impresso se destaca com utilização de 87,2%, seguido pelo *e-learning* (71,5%) e pelo vídeo (51,7%). Até mesmo as instituições que possuem grande número de alunos em polos educacionais utilizam com frequência a mídia impressa, usada por 91% das instituições que possuem polos e por 82% que têm unidade única. Segundo o Censo EAD.BR (2010) as instituições que utilizam polos e mídias impressas educam 93% de todos os alunos das instituições que responderam a essa questão.

Tabela 2. Mídias utilizadas na EaD

Mídias	Só EF/EM/EJA	EF/EM/EJA+ grad/pós	EF/EM/EJA+ext / outros	Só grad/pós	Grad /pós + ext/ outros	Só ext/ outros	Todos os tipos	Total	Inst. Cursos livres
Material impresso	92,60%	100,00%	80,00%	93,80%	76,90%	77,80%	100,00%	87,20%	59,5%
E-learning	46,30%	100,00%	80,00%	77,10%	88,50%	88,90%	66,70%	71,50%	90,5%
Televisão	25,90%	0,00%	40,00%	16,70%	9,60%	0,00%	66,70%	18,00%	9,5%
Vídeo	46,30%	0,00%	40,00%	50,00%	63,50%	33,30%	66,70%	51,70%	42,9%
Satélite	3,70%	0,00%	0,00%	22,90%	15,40%	0,00%	33,30%	12,80%	9,5%
CD	50,00%	0,00%	40,00%	41,70%	55,80%	66,70%	33,30%	49,40%	28,6%
DVD	40,70%	0,00%	40,00%	50,00%	42,30%	33,30%	66,70%	43,60%	28,6%
Rádio	7,40%	0,00%	0,00%	4,20%	5,80%	0,00%	33,30%	5,80%	7,1%
Teleconferência	5,60%	0,00%	0,00%	4,20%	21,20%	0,00%	0,00%	9,30%	14,3%
Videoconferência	9,30%	0,00%	40,00%	33,30%	40,40%	33,30%	33,30%	27,90%	42,9%
Telefone Celular	18,50%	0,00%	40,00%	10,40%	11,50%	22,20%	0,00%	14,50%	14,3%
Outras mídias	0,00%	0,00%	0,00%	4,20%	11,50%	11,10%	0,00%	5,20%	4,8%
Sem resposta	5,60%	0,00%	0,00%	0,00%	1,90%	0,00%	0,00%	2,30%	2,4%
Total de instituições	54	1	5	48	52	9	3	172	42

Fonte: Adaptado de Censo Ead.Br (2010)

De acordo com pesquisa realizada no Censo EaD 2010 (2012) em relação ao recurso principal de veiculação utilizado pelas instituições em seus cursos, 38 utilizaram meio impresso, 22 usaram internet e 23 usaram o CD-ROM e outras mídias (CENSO EAD.br, 2012). Ou seja, apesar do crescimento do *e-learning* como tecnologia usada para produção de cursos EaD em 2009 (76% *e-learning*, 61% vídeo e 40% impresso), a maioria adotou o material impresso, em 2010, como principal recurso de mediação entre professores e alunos nos cursos oferecidos. Apesar das vantagens e dados apresentados em relação ao uso do material impresso, inclusive na EaD, considerou-se relevante analisar as limitações da mídia impressa. Moore e Kearsley (2007) destacam como limitação

do material impresso o fato do texto impresso exigir maior atenção automatizada, o que é prejudicado quando ocorre redução da motivação intrínseca do aluno. Além desse aspecto, os autores também ressaltam a baixa qualidade de materiais em forma de texto. Ainda sobre limitações do material impresso, Peters (2007) ressalta que os subsídios impressos são pouco didáticos por não utilizarem técnicas especiais de exposição, o emprego de meios gráficos e os textos didáticos dificilmente provocam um estudo interativo.

Considerando as tecnologias disponíveis para acesso ao material didático na EaD, e também no ensino presencial, qual tecnologia permitiria essa interatividade? Diante desse questionamento, é pertinente verificar as vantagens e desvantagens de cada tecnologia e ainda analisar de que forma uma tecnologia pode ser integrada à outra para alcançar tal interatividade. Em Moreno e Mayer (2007) são apresentados cinco tipos de interatividade em ambientes educacionais multimodais, também vistos em Tarouco *et al.* (2009):

Quadro 2. Tipos de interatividade em ambientes educacional multimídia

Tipo de interatividade	Descrição
Dialogar	O aluno recebe questões e respostas ou realimentação para suas reações. Exemplo: Procurar ajuda de um agente na tela, clicar em um <i>hiperlink</i> para obter informações adicionais.
Controlar	O aluno determina o ritmo e/ou a ordem da apresentação. Exemplo: Uso de pausa / continuar, avançar, etc.
Manipular	O aluno estabelece parâmetros para uma simulação, define o foco e aproximação (<i>zoom</i>) ou move objetos no cenário. Exemplo: Define parâmetros em um jogo de simulação e executa a simulação para ver o que ocorre.
Pesquisar	O aluno encontra um novo material ao fazer uma pergunta, recebendo opções e selecionando as alternativas desejadas. Exemplo: Busca informações em uma pesquisa na Internet.
Navegar	O aluno 'navega' por diferentes áreas do conteúdo selecionando diversas fontes de informação disponíveis. Exemplo: Clica no menu para 'navegar' de uma página da Internet para outra.

Fonte: Adaptado de Tarouco *et al.*(2009)

Um OAM pode ser composto de diferentes recursos para promover a interatividade tais como vídeos, animações, áudio, atividades, etc. Lobato (2009) destaca o uso de imagens e elementos gráficos (ícones, tabelas, *links*) na composição de material para EaD, pois são recursos importantes para a produção de material didático. Dessa forma, os elementos audiovisuais visam indicar leituras, fornecer orientações, ilustrar ideias, propor atividades e reflexões. Assim, o material didático na EaD está intrinsecamente relacionado aos ícones, que tornam as ações educativas funcionais porque servem para acrescentar sentido, enriquecer, complementar e contextualizar uma informação no texto escrito (LOBATO, 2009).

Para Moore e Kearsley (2007) o vídeo é uma mídia poderosa para atrair e manter a atenção do aluno, um dos eventos de instrução de Gagné (GAGNÉ *et al.*, 2005). Os eventos de instrução são: i) Obter atenção do aluno, ii) Informar objetivos, iii) Estimular o conhecimento prévio, iv) Apresentar o estímulo, v) Guiar a aprendizagem, vi) Elicitar a performance, vii) Proporcionar realimentação, viii) Verificar a performance e ix) Aprimorar a retenção e transferência de conhecimento (detalhados no capítulo 5). O vídeo é um recurso que pode ser usado, integrado às estratégias pedagógicas, para obter atenção, orientar à aprendizagem e facilitar a retenção de novos conhecimentos.

Segundo Moore e Kearsley (2007), o vídeo e o áudio são especialmente eficazes para a transmissão de aspectos emocionais ou relacionados à atitude, podendo ser usados para apresentar opiniões de especialistas, reforçando a credibilidade e o interesse nos materiais. Mas o uso em excesso, sem um planejamento adequado, pode ocasionar um efeito desfavorável, fazendo com que a informação seja meramente apresentada.

Conforme aborda Masetto:

Como o processo de aprendizagem abrange o desenvolvimento intelectual, afetivo, o desenvolvimento de competências e de atitudes, pode-se deduzir que a tecnologia a ser usada deverá ser variada e adequada a esses objetivos. Não podemos ter a esperança de que uma ou duas técnicas, repetidas à exaustão, deem conta de incentivar e encaminhar toda a aprendizagem esperada (MASETTO, 2007, p.143).

Em virtude das limitações de cada tecnologia pressupõe-se imprescindível utilizá-las de forma complementar, ajustando-as de acordo com o objetivo e estratégias de ensino. Alguns pontos fortes e fracos das diversas tecnologias apresentados em Moore e Kearsley (2007) são detalhados no Quadro 3.

Quadro 3. Pontos fortes e fracos das tecnologias

Tecnologias	Pontos fortes	Pontos fracos
Texto impresso	Pode ser barato, confiável, traz informação densa, controlado pelo aluno.	Pode parecer passivo. Pode exigir maior tempo de produção e ter custo elevado.
Gravações em áudio	Dinâmicas, proporcionam experiências indiretas, controladas pelos alunos.	Muito tempo de desenvolvimento/ custos elevados.
Rádio/ televisão	Dinâmicos, imediatos, distribuição em massa.	Tempo de desenvolvimento/custos elevados para se obter qualidade. Programável.
Teleconferência	Interativa, imediata, participativa.	Complexidade, Não confiável, Programável
Aprendizado por computador e baseado na Web	Interativo, Controlado pelo aluno, Participativo	Tempo de desenvolvimento/custos elevados. Necessidade de equipamento.

Fonte: adaptado de Moore e Kearsley (2007)

Enquanto a mídia impressa possibilita a mobilidade de estudo em qualquer ocasião e com frequência desejada, o material disponibilizado pelo computador e *web* pode ser mais atrativo e interativo. Em relação às limitações dos dispositivos móveis, Barbosa (2007) menciona algumas: recursos restritos, menor qualidade de transmissão das redes sem fio e dificuldades impostas pela mobilidade. Mesmo tendo acesso ao conteúdo digital, alguns alunos costumam imprimir o

material (SANTOS, LIMA e WIVES, 2012). No contexto, em que os alunos efetivamente costumam imprimir ou usar o material educacional impresso, torna-se relevante verificar alternativas para integrar os benefícios do material impresso com a interatividade presente nos recursos digitais.

Além da análise das vantagens e desvantagens de cada tecnologia é pertinente averiguar quais os critérios utilizados na elaboração de material didático de acordo com a(s) tecnologia(s) utilizada(s) para acesso. Segundo Belisário (2006) 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. O conteúdo elaborado para acesso pela mídia impressa, assim como pelo meio digital deve seguir alguns requisitos relacionados à usabilidade. O Quadro 4 apresenta algumas recomendações de usabilidade para elaborar conteúdos, considerando diferentes plataformas.

Quadro 4. Recomendações de usabilidade

Plataforma	Web	TV digital	Dispositivos móveis
Cor de fonte	Texto escuro	Texto claro	Texto escuro
Cor de fundo	Fundo claro	Fundo escuro	Fundo claro
Fontes recomendadas	Arial, Times New Roman	Gill Sans, Tiresias and Frutiger	Varia entre os navegadores de dispositivos móveis.
Tamanho de fonte	Sem tamanhos específicos	Título: 36 pt, Menus: 20 pt, Texto: 22 pt, Botões: 18 pt	Título 1: 38 px, Título 2: 16 px, Texto: 12 px
Imagem	Suporta vários formatos: PNG, JPEG, GIF, etc.	Formatos PNG, JPEG e H.264/MPEG-4 AVC	Formatos GIF, JPEG e PNG são suportados pela maioria dos dispositivos.
Áudio	Vários formatos	Obrigatório AAC-LC, Opcional AAC LC/BC, MP3 e PCM	AMR-NB, AMR-WB, RealAudio Voice, RealAudio, MP3, AAC, AAC+ e eAAC+

Plataforma	Web	TV digital	Dispositivos móveis
Vídeo	H.264/AAC	H.264/AVC	3GP

Fonte: Adaptado de Barbosa, Roesler e Reategui (2009)

O material desenvolvido para EaD deve permitir fácil entendimento e possuir recursos para facilitar a navegação e orientação do conteúdo. Em Filatro (2008) são apresentados alguns aspectos importantes em relação à interface:

- Texto – os textos devem ser sucintos e objetivos. Os textos longos devem ser quebrados em parágrafos breves. Subtítulos e listas devem ser numerados ou conter marcadores. As palavras-chaves devem ser destacadas com recursos de formatação e cores. A atividade de leitura pode variar de acordo com a tecnologia. A leitura realizada através de um meio eletrônico é diferente da leitura realizada pelo meio impresso, uma vez que a leitura realizada na tela do computador é aproximadamente 25% mais lenta que a leitura realizada no papel (FILATRO, 2009).

- Legibilidade – é o atributo de um texto, resultante da escolha de elementos como tipo, tamanho de letra, espaçamento, etc. Em materiais impressos, a *serifa* facilita a leitura, mas no *design* digital torna-se inadequada. Textos em negrito podem ser usados para chamar atenção do leitor, mas devem ser usados com cautela. Já o itálico é usado para expressões estrangeiras ou tom irônico a uma palavra dentro da frase. As letras minúsculas facilitam a leitura, enquanto as maiúsculas reduzem a velocidade de leitura, sendo mais utilizadas para dar ênfase.

- Cores - As cores também podem ser usadas para destacar uma palavra, mas devem ser usadas com moderação e de forma explícita para não confundir com *links*. O sublinhado deve ser reservado para *hiperlinks*. Além disso, os princípios de *webdesign* devem ser seguidos: as cores para *links* devem ser

distintas do restante do texto, e se possível, nas cores padrão (azul para *links* ativos e não clicados, cor roxa ou púrpura para *links* ativos e clicados).

- Ícones e botões - devem ser incluídos na interface apenas quando facilitarem a comunicação. Em relação às imagens deve-se atentar para o peso e resolução.

De acordo com Reategui (2007), as animações podem ser usadas com função decorativa, representativa, organizacional ou explanatória, mas se adequam mais à representação de conceitos e/ou elementos dinâmicos, nos quais mudanças no objeto são observadas com o passar do tempo assumindo, dessa forma, uma função explanatória. Vale ressaltar que a animação pode ser utilizada para motivar e obter a atenção do aluno. Neste caso, as animações podem ser usadas para facilitar o entendimento de um determinado conteúdo. No entanto, deve-se utilizá-la de forma adequada para evitar a redundância e sobrecarga cognitiva.

O capítulo a seguir apresenta alguns trabalhos relacionados à mobilidade e ubiquidade aplicados no contexto educacional. Alguns trabalhos apresentam padrões de metadados utilizados para facilitar a descrição, busca e compartilhamento de OAs com o foco na mobilidade e ubiquidade.

3. ESTADO DA ARTE: MOBILIDADE E UBIQUIDADE

Neste capítulo são apresentados alguns trabalhos relacionados ao contexto da pesquisa desenvolvida nesta tese. A relação existente baseia-se nos aspectos como a busca de mobilidade, ubiquidade, interatividade e uso de recursos para facilitar o acesso aos conteúdos educacionais (OA) por diferentes tecnologias. Conforme aponta Liu, Tan e Chu (2009), o *U-learning* (aprendizagem ubíqua) não só permite aos alunos atingir seus objetivos de aprendizagem em qualquer momento e local, mas permite obter novos conhecimentos e desenvolver habilidades na resolução de problemas.

Considerando o contexto da Aprendizagem ubíqua, o trabalho de Ogata e Yano (2003) apresenta o sistema CLUE (*Collaborative Learning support system with an Ubiquitous Environment*), voltado para o ensino da língua japonesa, que permite a colaboração em um contexto ubíquo local, onde o aluno, através de dispositivos móveis, pode acessar a descrição de objetos e obter informações sobre as ações de outros alunos, compartilhando conhecimentos e experiências. A implementação do mapa de conhecimento pelos autores (*ibidem*) permitiu a análise da relação entre o conhecimento compartilhado e as interações dos alunos, facilitando a busca por grupos, o que favorece a colaboração.

Em Rouillard e Laroussi (2008) é apresentado um ambiente de aprendizagem adaptativo, contextual baseado em códigos QR, onde a informação é apresentada ao aluno no momento e lugar apropriados, e de acordo com uma tarefa particular. O ambiente de aprendizagem é chamado *PerZoovasive*, e as atividades de aprendizagem ocorrem em um jardim zoológico e são destinadas a melhorar as atividades em sala de aula. Em relação à adaptabilidade e sensibilidade ao contexto o sistema fornece estratégias para suporte aos alunos com mobilidade. Segundo os autores o dispositivo móvel decodifica o código QR

e integra com dados privados (dados de identificação do aluno) obtidos durante a interação. Então, o XML é enviado para um serviço web que decodifica o código e retorna mensagens personalizadas. Algumas informações pessoais podem ser armazenadas no perfil do proprietário do dispositivo (o nível de classe, por exemplo) e outras são fornecidas diretamente pelo usuário, quando a interação ocorre (linguagem, classe ou exame, etc.).

O sistema *perZoovasive* fornece informações de acordo com um contexto particular. No exemplo apresentado pelos autores, na visita ao zoológico, o sistema colabora para divulgar a mesma informação a todos os alunos, certificando que cada grupo de alunos receba a informação adequada. Nesse sentido, o projeto usa o dispositivo para fornecer informações adaptadas. Assim que o grupo chega ao jardim zoológico, o dispositivo de cada professor se conecta ao servidor, e ao decodificar um QR Code¹ as informações são obtidas automaticamente.

Outro destaque é o trabalho de Liu e Chu (2010) que objetiva investigar como os jogos ubíquos influenciam no sucesso da aprendizagem e na motivação para aprender o idioma inglês. Para melhorar a aprendizagem de Inglês, propuseram o ambiente ubíquo de aprendizagem HELLO (*Handheld English Language Learning Organization*), baseado em sensor, realidade aumentada, Internet, computação ubíqua, e tecnologias de informação (Figura 2).

¹ QR Code é marca registrada da DENSO WAVE INCORPORATED.

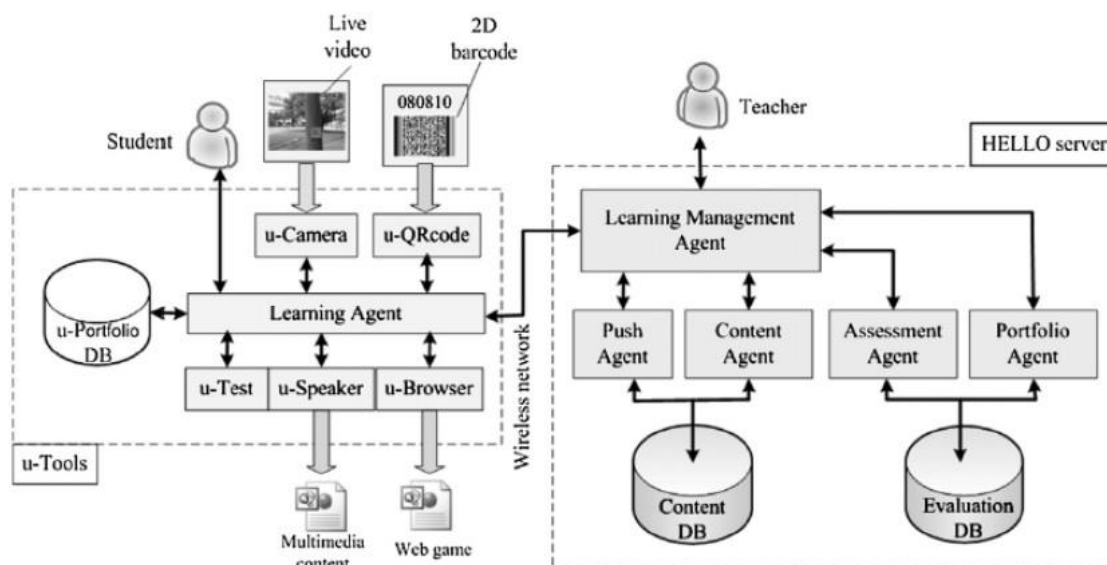


Figura 2. Arquitetura HELLO
 Fonte: Liu e Chu (2010, pág., 634)

No modelo acima, os professores disponibilizam os materiais e avaliações e cada aluno com um dispositivo móvel pode se comunicar como o servidor HELLO para acessar os materiais. Os alunos utilizam a ferramenta de *u-Browser* para *download*, notícias, jogos de aprendizagem, músicas em Inglês, materiais de conversação, etc. Códigos 2D (QR Code) são anexados a uma série de painéis de informação direcionando para conteúdos relevantes. Os alunos podem utilizar dispositivos diferentes (PDA, *smartphones*) para realizar as atividades e aprender inglês.

Outro trabalho destaca o gerenciamento de Objetos de Aprendizagem através de dispositivos móveis utilizando tecnologias da web 3.0 (FRANCISCATO e MEDINA, 2009). O trabalho visa organizar e detalhar as informações permitindo realizar pesquisas por objetos de aprendizagem ao nível de exigência dos usuários de dispositivos móveis. O sistema foi implementado utilizando as linguagens *JavaScript*, HTML (*HyperText Markup Language*) e PHP (*Personal Home Page*). O sistema permite obter resultados para a pesquisa do usuário através de consultas realizadas RDQL - (*RDF Data Query Language*) e apresenta os objetos que podem ser visualizados no dispositivo.

Em 2010, Franciscato *et al.* (2010) apresentaram o ROAD (Repositório de Objetos de Aprendizagem para Dispositivos móveis), o qual utiliza padrões da Web Semântica. Segundo os autores, o repositório proporciona acesso ao OA independente de local e hora, possibilitando o uso pelo usuário até mesmo em movimento. O ROAD (Figura 3) também visa a recuperação específica de OAs, usando a estruturação através da Web Semântica.

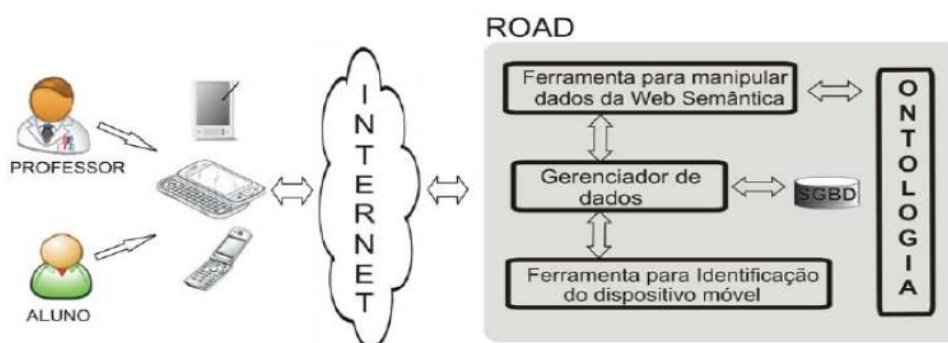


Figura 3. Arquitetura do ROAD
Fonte: Franciscato *et al.* (2010, pág. 5)

Conforme apresenta a Figura 3, o ROAD é composto por um gerenciador de dados, uma ferramenta para manipulação de dados que sigam os padrões da Web Semântica e outra ferramenta para identificação do dispositivo móvel e características derivadas de um arquivo XML (FRANCISCATO *et al.*, 2010). O acesso ao ROAD deve ser realizado através de um *browser* pelos dispositivos móveis tais como PDA, *Smartphone* ou celular e conexão com a Internet. Bartholo, Amaral e Cagnin (2009) apresentaram um modelo denominado M-AVA, que estabelece elementos e colaboração entre eles para prover adaptabilidade de AVAs para dispositivos móveis. O modelo M-AVA (Figura 4) fornece um conjunto de diretrizes para facilitar a criação de uma interface para que o AVA móvel possa ser utilizado por diversos tipos de dispositivos móveis.

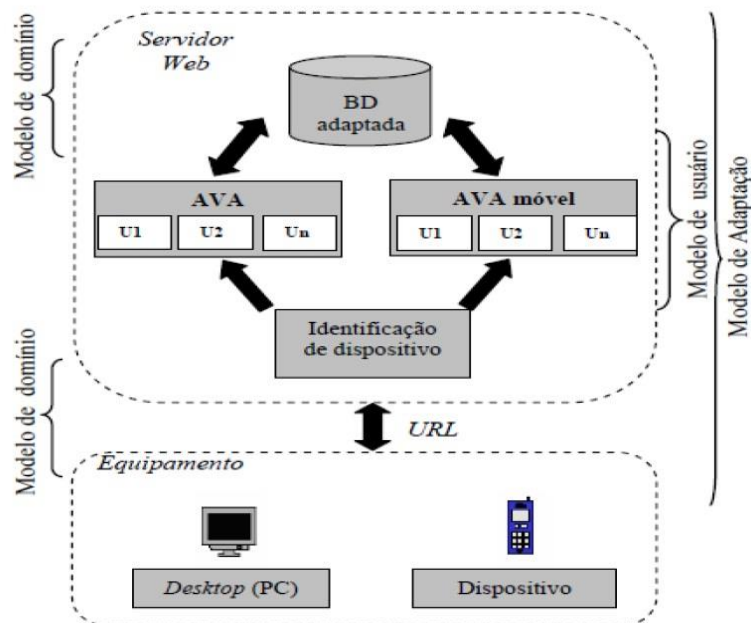


Figura 4. Modelo M-AVA

Fonte: Bartholo, Amaral e Cagnin (2009, pág. 41)

Segundo os autores (BARTHOLO, AMARAL e CAGNIN, 2009), no servidor Web encontram-se o AVA móvel, o AVA desktop e uma única base de dados adaptada para ambas as aplicações, incluindo acesso por meio de uma única URL. No acesso ao AVA pode ocorrer uma adaptação da interface de acordo com o tipo de usuário.

Outro trabalho com foco na ubiquidade foi desenvolvido por Barbosa *et al.* (2008) ao apresentar o GlobalEdu, uma infraestrutura para suporte a processos educacionais direcionado à educação ubíqua, o qual é composto de Módulos Educacionais e de um Agente Pedagógico, que acompanha o aluno, assistindo o processo educacional. Segundo Barbosa *et al.* (2008), o modelo possibilita a interação do aluno com os recursos e o ambiente ao seu redor, de forma contínua, através da percepção de sua mobilidade e de seu contexto. Para isso, utiliza-se informações do perfil do aluno, do OA e de elementos de contexto como instrumentos de apoio à educação. A Figura 5 apresenta a arquitetura do GlobalEdu.

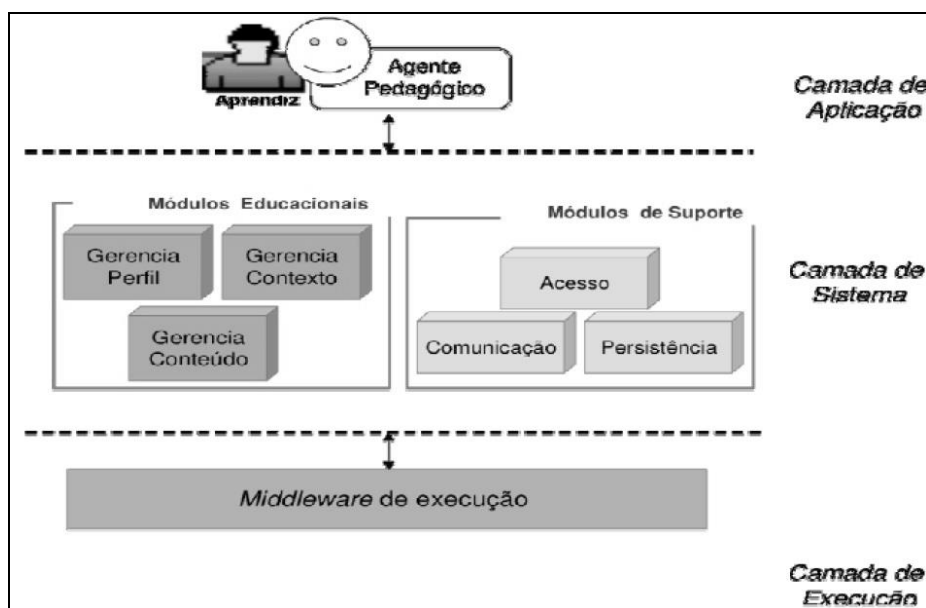


Figura 5. Visão geral da arquitetura GlobalEdu

Fonte: Barbosa *et al.* (2008, pág. 5)

Em relação aos metadados, Li *et al.* (2009) apresentam os Objetos de Aprendizagem Ubíquos (ULO) e um modelo de metadados denominado SULOM (*Semantic-oriented Ubiquitous Learning Object Model*). Os metadados são classificados em dois níveis: um nível é utilizado para descrever as características gerais de um ULO, enquanto o outro nível é utilizado para descrever características dos meios de comunicação, que pode ser usado para fornecer um sistema adaptativo. A Figura 6 apresenta os metadados de OAs ubíquos propostos por Li *et al.* (2009).

Além dos metadados da Figura 6, Li *et al.* (2009) apresentam os metadados para mídias (*Metadata for media*) contendo o metadado “*Pervasive*”. O metadado “*Pervasive*” contém os metadados básicos “*format*”, “*size*”, “*duration*”, além dos metadados: “*PervasiveIdentifier*” (“*PCorWirelesslearning-based*”, “*MobileorUbiquitouslearning-based*”) e o metadado “*DisplayReq*” (“*screenSize*”, “*screenRes*”). Enquanto o “*PervasiveIdentifier*” identifica as características das mídias, o metadado “*DisplayReq*” identifica os requisitos para exibição.

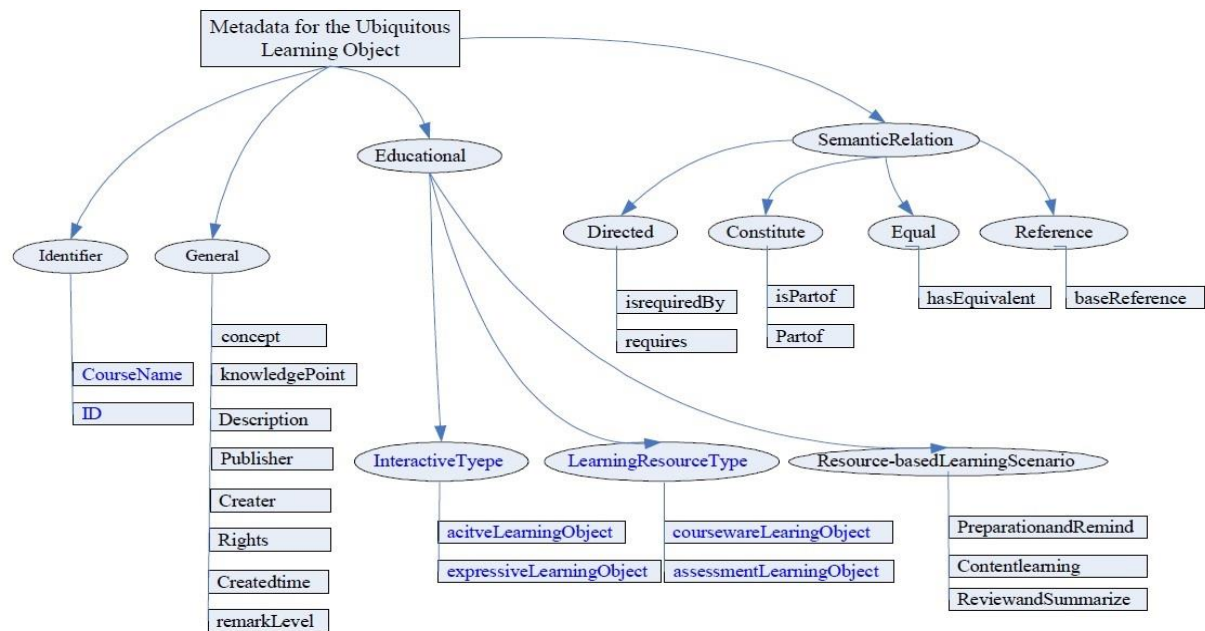


Figura 6. Metadados de Objetos de Aprendizagem Ubíquos

Fonte: Li *et al.* (2009, pág 276)

Outro trabalho que envolve metadados é o de Roesler *et al.* (2009). Em relação à adaptação de conteúdos para os diferentes dispositivos e trabalho ubíquo, Roesler *et al.* (2009) propõem uma arquitetura para comunicação interoperável entre TV digital, Web e dispositivos móveis, visando aperfeiçoar a geração, transmissão e adaptação de conteúdos, utilizando metadados como suporte para busca e compartilhamento de informações.

Alguns aplicativos para dispositivos móveis, voltados para uso educacional, têm sido implementados na plataforma Android (descrita no capítulo 4). Dentre alguns projetos implementados na plataforma Android pode-se citar o software Labirinto do Rato, voltado para o desenvolvimento do raciocínio lógico infantil (SILVA, NÓBREGA e JACOB, 2011). A estratégia é utilizar o software como ferramenta educacional para os alunos que apresentam dificuldades de concentração. Segundo Silva, Nóbrega e Jacob (2011) os jogos desenvolvidos neste formato (labirinto) estimulam a criatividade de seus jogadores e trabalham o desenvolvimento de estratégias de raciocínio.

Outro trabalho é apresentado por Orlandi e Isotani (2012), com o desenvolvimento de um sistema de autoria e distribuição de conteúdo educacional interativo para dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*). A ferramenta permite que o aluno responda uma lista de exercícios de múltipla escolha e a avaliação é feita automaticamente pelo sistema gerando dados que podem ser usados pelo professor para acompanhar o desenvolvimento dos alunos. Em Silva e Rebouças (2011) é apresentado o projeto *MyQuímica*, que objetiva auxiliar no ensino-aprendizagem de química, tendo como foco as nomenclaturas químicas. Além de familiarizar os alunos com a tabela periódica, o projeto visa aumentar o interesse dos alunos pelo estudo de química utilizando como fator motivacional o uso de outras tecnologias.

Em Fernandes *et al.* (2012) é apresentada uma proposta de integração de dispositivos móveis com o Moodle para aplicação de questionários. O objetivo do Question Móbile é permitir que as atividades avaliativas sejam integradas, por meio de dispositivos, aos AVA que possuem atividades de questionários (FERNANDES *et al.*,2012). O trabalho de Fernandes *et al.* (2012) visa a integração de dispositivos com AVA, porém não menciona a materialização e o uso de códigos 2D (p.ex., QR Code). Outro trabalho que aborda a integração do Moodle com dispositivos móveis é o de Forment e Guerrero (2008), com o desenvolvimento do *Moodlbile*, que permite o acesso *off-line* às informações, as quais são armazenadas e sincronizadas com o servidor quando o usuário realiza o acesso *on-line*.

Manakshe e Gulhane (2012) apresentam o desenvolvimento de um protótipo de Campus Virtual, utilizando o módulo MLE-Moodle. A proposta do Campus Virtual permite que os usuários realizem atividades de aprendizagem *on-line* e objetiva facilitar o acesso aos materiais de aprendizagem a qualquer hora, em qualquer lugar.

Em Batista (2011) é apresentado o *M-LearnMat*, um modelo pedagógico para atividades de *m-learning* na área de Matemática com o objetivo de orientar práticas educativas que envolvam o uso de dispositivos móveis no Ensino Superior. Em relação ao uso de códigos na mídia impressa, Gomes (2009)

apresentou um trabalho de integração da mídia impressa com códigos de barra (diferentes de códigos 2D) como meio de dispositivo de entrada. No entanto, com foco na TV digital.

Considerando a relevância do uso de dispositivos móveis no contexto educacional, conforme evidenciados nos trabalhos mencionados acima, a proposta apresentada nesta tese tem como objetivo apresentar novas possibilidades para mobilidade e interatividade de conteúdos educacionais, incluindo a mídia impressa, os dispositivos móveis e a tecnologia de códigos 2D.

O capítulo a seguir apresenta o referencial e análise de recursos relacionados à proposta desta tese. Além disso, conforme visto em alguns projetos citados anteriormente, o uso de metadados é fundamental para facilitar a busca e compartilhamento de OAs em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Dessa forma, a proposta da tese também inclui a análise de metadados para compor o modelo.

4. RECURSOS E PADRÕES

Neste capítulo são apresentados alguns resultados obtidos de pesquisas realizadas sobre recursos de códigos 2D, metadados e ambiente virtual. A análise teve como objetivo verificar se as características se ajustavam ao projeto, permitindo alcançar os objetivos previstos.

4.1 Recursos - códigos 2D

Em relação ao uso do papel integrado às outras tecnologias, Klemmer *et al.* (2003) citam categorias de tecnologias que são apropriadas para reconhecer o papel como dispositivo de entrada de dados:

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

A seguir são apresentadas as etiquetas visuais DataMatrix e QR Code.

4.1.1. DataMatrix

É amplamente utilizado na indústria automotiva, aeroespacial e indústrias, para rotulagem de grande capacidade de dados. A simbologia é de domínio público, sem quaisquer licenças ou *royalties* (FALAS e KASHANI, 2007).



Figura 7. Exemplo de código DataMatrix
Fonte: Falas e Kashani (2007, pág. 598)

Falas e Kashani (2007) ressaltam que o código DataMatrix (Figura 7) utiliza entre 30% e 60% menos espaço que um QR Code contendo os mesmos dados. O DataMatrix pode ser decodificado pelo dispositivo móvel com leitor de código 2D instalado, permitindo realizar ações tais como visualizar uma informação contida no código, acessar um site, enviar SMS, entre outras.

4.1.2. QR Code

Conforme dados disponíveis na página QRCode.com² o QR Code foi criado e lançado pela empresa japonesa *Denso Wave*, em 1994. O QR Code é um código bidimensional, que permite o carregamento de informações na direção vertical e horizontal, o que possibilita maior quantidade de armazenamento de dados do que um código de barras comum.

QR Code é um código de barra de duas dimensões que podem ser lidos pelos dispositivos móveis (celular com câmera) *laptop* ou computador e, uma vez acessado, permite realizar ações tais como ler um texto, acessar um *site*, realizar ligação, enviar mensagens de texto. Um código QR Code possibilita o acesso a um texto eletrônico (recurso web, informação) e comunicação (mensagem SMS, chamada telefônica), tornando o acesso à informação mais eficiente. A Figura 8 apresenta a estrutura do código.



Figura 8: Estrutura de QR Code
Fonte: Vazquez-Briseno *et al* (2012, pág. 223)

Segundo os autores Vazquez-Briseno *et al.* (2012) os elementos contidos em um código QR são:

² <http://www.qrcode.com/en/history/> - DENSO WAVE INCORPORATED

- Posição padrão: Três quadrados grandes nos cantos utilizados para detectar a posição, o tamanho e o ângulo do QR Code.
- Padrão de alinhamento: Um padrão para corrigir a distorção do QR Code.
- Tempo padrão: Consiste em módulos de branco e preto, dispostos alternadamente entre dois padrões de posição. Ele é utilizado para determinar a coordenada central de cada célula na QR Code.
- Zona 'silenciosa': Um espaço de margem que torna mais fácil detectar o QR Code, contendo pelo menos quatro células.
- Área de dados: A área no QR Code que contém os dados (por exemplo, URL) codificados em números binários. A área de dados também inclui códigos *Reed-Solomon* para fornecer correção de erros.

Algumas possibilidades de informação representadas por QR Code :

- URL - Uma das formas mais utilizadas. Com o leitor de QR Code o usuário consegue facilmente acessar a página através da URL informada no código.
- *E-mail* – Serve para armazenar o endereço de e-mail. Neste caso o leitor deve informar um cliente de e-mail e a mensagem será enviada para o destinatário do e-mail informado no QR Code.
- Número de telefone – Permite iniciar uma chamada telefônica através da decodificação do QR Code que contém o número.

A tabela 3 apresenta um comparativo entre os códigos DataMatrix e QR Code.

Tabela 3. Comparativo entre códigos 2D

Códigos	QR Code (177x177)	DataMatrix (144x144)
Capacidade de dados		
Numérico	7089	3116
Alfanumérico	4296	2335
Binário	2953	1555
Kanji	1817	-

Fonte: Adaptado de Tarjan *et al.* (2011, p. 155)

Miyaoku, Tang e Fels (2007) relatam que códigos como o QR Code são atrativos uma vez que podem conter informações (p.ex., uma URL), e o custo computacional para decodificação é muito baixo, pois podem ser decodificados pelos dispositivos móveis, tais como telefones celulares.

Além disso, podem ser decodificados por uma câmera conectada ao computador. Um exemplo de aplicativo que permite decodificar o QR Code pelo computador é o *QuickMark*, conforme apresenta a Figura 9.



Figura 9. Exemplo de leitura de QR Code no computador

Para visualizar e/ou acessar o conteúdo informado no código, o usuário deve posicionar a *webcam* do computador para o QR Code.

4.1.3. Aplicações de códigos 2D

O QR Code tem sido utilizado para diversos fins. Em EDUCAUSE (2009) são apresentadas algumas informações sobre o uso de códigos QR Code:

- Os códigos QR, populares no Japão, são usados para monitorar comercial, logística, controle de estoque e publicidade.
- A aplicação na aprendizagem tem sido limitada, usada por alguns professores em apresentações de *slides* diretamente para *sites*, onde o conjunto de *slides* está hospedado, ou para obter informações complementares. Na Inglaterra, Andy Ramsden da Universidade de Bath, investiga maneiras de usar os códigos QR em ambientes acadêmicos, resultando na utilização em livros da biblioteca ou em salas de equipamentos onde possam ser digitalizados para acesso aos manuais.
- Alguns veem potencial no uso de códigos QR para uso de *feeds* RSS ou *podcasts* pelos alunos em aula. Códigos QR também podem ser eficazes em repositórios de dados na resolução de problemas e atividades que envolvam dramatização ou jogos de realidade alternativa.

No contexto de aplicações do QR Code, Al-Khalifa (2008) apresenta uma proposta de uso do QR Code em um ambiente para a identificação de objetos pelos 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 de uma URL que contém um arquivo de áudio com a descrição verbal do objeto. O autor ressalta duas características importantes encontradas nos dispositivos modernos, como a integração de câmeras digitais e a capacidade de acessar a Internet a qualquer hora e em qualquer lugar permitindo obter informações.

Ghiron, Medaglia e Perrone (2009) apresentam o projeto *Artsonomy*, que permite aos usuários associar palavras-chave (*tags*) para obras de arte (p. ex., um museu) marcadas com um QR Code, por meio de um aplicativo no dispositivo

móvel. As *tags* do usuário são coletadas no *site Artsonomy* (Figura 10) permitindo observar e compartilhar com os outros sua experiência após contemplar uma obra de arte.

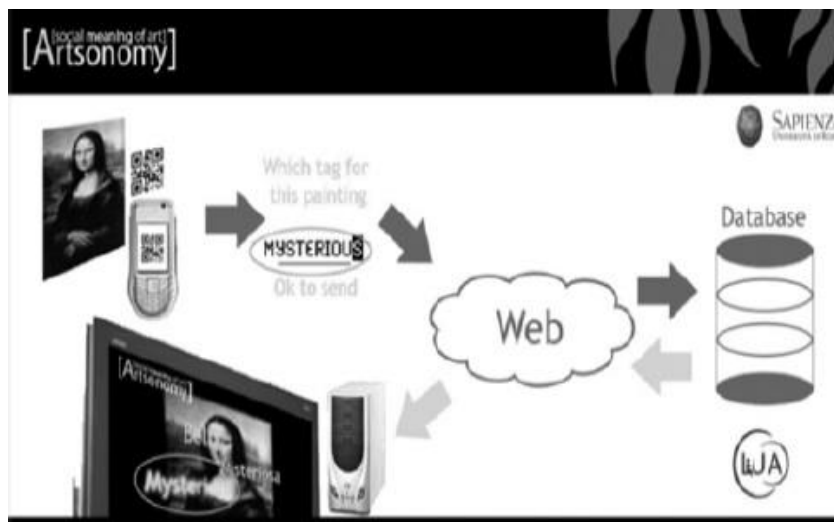


Figura 10. Projeto Artsonomy
Fonte: Ghiron, Medaglia e Perrone (2009, pág. 380)

Outra aplicação é apresentada por Yoshida, Miyaoku e Satou (2007), o "*Mobile Magic Hand*", um sistema que permite a manipulação de um objeto pelo usuário sem exigir a permanência da câmera centrada no código visual, pois o sistema identifica as principais funções de rotação, inclinação e distância (Figura 11).

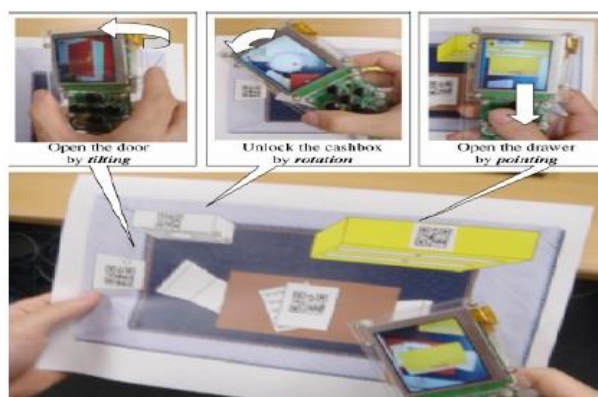


Figura 11. Mobile Magic Hand
Fonte: Yoshida, Miyaoku e Satou (2007, pág. 520)

Um exemplo de aplicação é um jogo onde o usuário pode manipular objetos virtuais impressos em um pedaço de papel, fazendo gestos naturais, isto é, o usuário pode abrir a porta por inclinação, destrancar o cofre por rotação, e abrir uma gaveta apontando (Figura 11). Ramsden (2008) apresenta algumas sugestões de uso do QR Code como, por exemplo, uso em apresentações, uso para respostas fechadas (sim/não) onde o usuário escolhe o QR Code correspondente a sua opção de resposta e envia por SMS, com a vantagem de preservar o anonimato.

O QR Code também tem sido utilizado em livros. Um exemplo de aplicação é o livro "*Around the world in 80 days*" (VERNE, 2010). O livro possui versões de áudio e vídeo, que podem ser transmitidos ou descarregados para o celular.

Os códigos QR Code também podem ser usados em museus, por exemplo, em placas ao lado de exposições de arte, orientando as pessoas com informações sobre a obra e o artista. Já no Jardim Botânico, os códigos podem direcionar para informações sobre os usos medicinais ou valor alimentar de espécimes botânicos em exposição ou oferecer dados sobre as condições de clima e solo necessárias para o crescimento de determinadas plantas (EDUCAUSE, 2009).

Os trabalhos mencionados nesta seção utilizam a tecnologia QR Code e de acordo com as possibilidades apresentadas verifica-se a relevância desta tecnologia na elaboração de conteúdo educacional.

Entre as sugestões para uso de QR Code na educação, EDUCAUSE (2009) cita projetos de história onde os alunos podem pesquisar informações nos sites locais, escrever enquanto aprendem, gerar QR Code do conteúdo, postar os códigos com endereços para acesso e explorar os locais com informações postadas por outros alunos. Tais exercícios permitem expandir conhecimentos além dos limites do *campus*, centros urbanos, bairros históricos, etc. E os estudantes podem usar os códigos para acessar *sítes* em seus idiomas nativos ou utilizá-los para estudo de língua estrangeira.

Özdemir (2010) ressalta que a integração de tecnologias móveis em livros impressos com a ajuda de códigos de barra 2D tem o potencial para reduzir a carga cognitiva. Além disso, a simples leitura de um código 2D pode fornecer um rápido acesso a qualquer site ou recurso multimídia (ÖZDEMIR, 2010). Alguns trabalhos relacionados à proposta desta tese abordam o uso de papel como dispositivo de entrada de dados e o uso de etiquetas contendo informações para acesso aos diferentes recursos multimídia. O trabalho de Gomes (2009) apresenta uma proposta que consiste em material didático impresso com *links* (código de barras) para OAs acessados e manipulados pela TVD.

Entre algumas desvantagens apresentadas por EDUCAUSE (2009), em relação ao uso do QR Code estão: algumas pessoas podem não possuir um celular com câmera, e alguns celulares não incluem um leitor de QR. Além disso, um código QR pode direcionar os usuários para um *site* que não é exibido corretamente em um telefone celular.

4.2. Metadados para conteúdos educacionais

Para facilitar a busca e reuso de recursos pedagógicos digitais recomenda-se o uso de metadados. Metadados podem ser descritos como “dados sobre dados”. Metadados são informações estruturadas que descrevem, explanam, localizam ou facilitam recuperar, usar ou gerenciar um recurso de informação (HODGE, 2001). A importância de metadados para a descrição de material educacional está na possibilidade de localização, armazenamento e (re-) utilização dos mesmos. Os metadados também facilitam o compartilhamento e o intercâmbio de Objetos de Aprendizagem. No desenvolvimento de um OAM faz-se necessário acrescentar recursos que permitam a reusabilidade e o uso em diferentes contextos. Nesse contexto, o uso de metadados é fundamental para descrever todos os recursos existentes em um OAM de forma a facilitar o reuso. Dentre os padrões existentes que podem ser usados para descrever um OA

pode-se citar o DC (DCMI, 2011), o LOM (IEEE, 2002), o modelo UMBRELO (Santos et al., 2012) e OBAA (OBAA, 2011).

4.2.1 Dublin Core

Dublin Core pode ser definido como um conjunto de elementos de metadados planejado para facilitar a descrição de recursos eletrônicos (SOUZA, VENDRUSCULO e MELO, 2000). Os autores citam como principais características do padrão DC: a simplicidade na descrição dos recursos, entendimento semântico universal (dos elementos), escopo internacional e extensibilidade (permite adicionar outras necessidades de descrição). O padrão possui 15 elementos, apresentados e descritos no Quadro 5.

Quadro 5. Metadados do Dublin Core

Metadados	Descrição
Título	Nome dado ao recurso.
Criador	Entidade responsável pela criação do conteúdo do recurso.
Assunto	Tema do conteúdo do recurso. Pode ser expresso em palavras-chaves e/ou categoria.
Descrição	Relato do conteúdo do recurso.
Publicado	Entidade responsável por disponibilizar o conteúdo.
Colaborador	Responsável pela contribuição intelectual ao conteúdo do recurso.
Data	Data associada a um evento ou ciclo de vida do recurso.
Tipo	Natureza ou gênero do conteúdo do recurso.
Formato	Manifestação física ou digital do recurso.
Identificador	Localizador para o recurso em um contexto.
Fonte	Referência ao recurso original.
Idioma	Idioma em que o conteúdo intelectual está escrito.

Relação	Referência a um recurso que possui alguma relação.
Cobertura	Extensão ou escopo do conteúdo do recurso (temporal ou espacial).

Fonte: adaptado de Alves e Souza (2007)

Vale ressaltar que o DC é um subconjunto do padrão LOM, apresentado na seção 4.2.2.

4.2.2 LOM

O padrão LOM descreve características relevantes dos objetos de aprendizagem (e sua aplicação) e objetiva facilitar a pesquisa, avaliação, aquisição e uso por diferentes atores (p. ex., alunos, instrutores ou processos de software) (IEEE, 2002). Além disso, o padrão facilita o compartilhamento e a troca de objetos, possibilitando o desenvolvimento de catálogos. Segundo Scheer e Gama (2004), o LOM pode referenciar outros objetos através de blocos, os quais podem ser combinados sequencialmente permitindo a construção de unidades educacionais maiores ou objetos compostos. A especificação do padrão LOM define nove categorias de metadados, que servem para a descrição de OA, sendo elas:

- *General* (Geral): Identificador, título, idioma, descrição e palavras-chave;
- *Life Cycle* (Ciclo de vida): *status*, versão, tipo de contribuição, entidades que contribuíram, data da contribuição;
- *Meta MetaData* (Metadados): metadados para descrever os metadados usados para o OA;
- *Technical* (Técnica): formato, tamanho, localização, tipo de tecnologia, nome da tecnologia, duração;
- *Educational* (Educativa): informações sobre os objetivos educacionais de um OA, como interatividade, dificuldade, tipo de usuário final, etc.;
- *Rights* (Direitos): uso comercial e propriedade de um OA;

- *Relation* (Relações): relacionamentos com outros OA;
- *Annotation* (Comentários): informações adicionais sobre um OA;
- *Classification* (Classificação): define diferentes propósitos de um OA.

A estrutura do padrão LOM é definida em um formato hierárquico, o qual apresenta vários níveis de detalhamento de acordo com as categorias (descritas acima).

4.2.3. Modelo de metadados UMBRELO

Com o objetivo de facilitar a reusabilidade de OAs, Santos *et al.* (2008) propuseram um modelo de metadados que considera relevante a descrição de todas as partes de um OA. Em 2012 foi realizada uma prova de conceito do modelo com alguns OAs da área de Química e verificou-se que tal modelo descreve os elementos dos OAs. O modelo passou então a ser denominado UMBRELO (SANTOS *et al.*, 2012). O modelo contém três elementos principais: dois que descrevem um OA como um todo (*LOMetadata* e *CommonSceneElements*) e outro que trata as cenas de um OA (*Scene*). As informações contidas nos elementos *LOMetadata* e *CommonSceneElements* são gerais, enquanto as que pertencem ao elemento *Scene* são específicas de uma cena, uma vez que um OA pode ter uma ou várias cenas e estas podem ter vários cenários (Figura 12). O elemento *LOMetadata* utiliza os metadados do padrão LOM (descrito na seção 4.2.2).

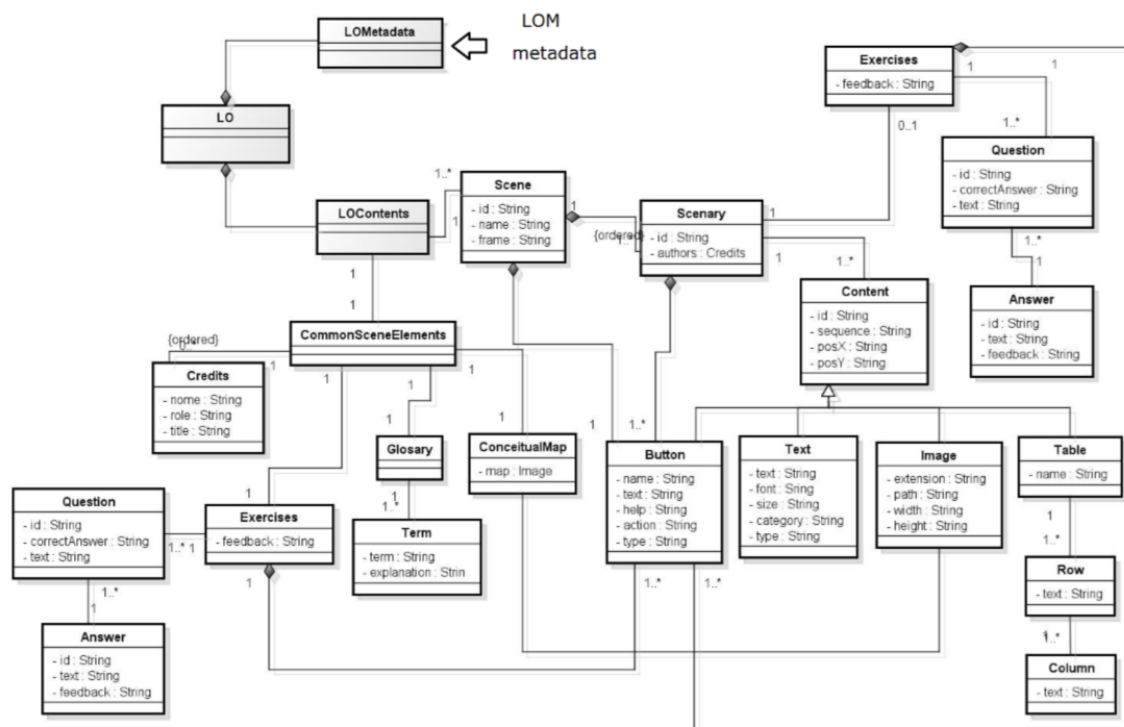


Figura 12. Modelo de conteúdos da estrutura de informação de OA

Fonte: adaptado de Santos *et al.* (2012)

Já os metadados de conteúdos de um OA, no modelo UMBRELO, são formados por:

- Cenas (*Scenes*): representam as situações ou contextos utilizados para apresentar os conteúdos. Uma cena é uma situação de contextualização, mas que somente se materializa através dos elementos do cenário e das ações sobre ele.
- Cenários (*Scenarios*): integram os diferentes elementos de uma situação em particular. Os cenários podem possuir textos, imagens, botões, tabelas, exercícios, etc.
- Textos (*Texts*): representam todos os textos de um OA.
- Imagens (*Images*): representam todas as imagens que compõem um OA.
- Tabelas (*Tables*): representam os conteúdos que estão em formato de Tabela.

- Botões (*Buttons*): representam todos os botões e as respectivas ações disparadas pelo acionamento dos mesmos.
- Exercícios (*Exercises*): representam os exercícios existentes em um OA. Contém questões, opções de resposta, as respostas corretas e *feedback*.
- Créditos (*Credits*): representam os membros da equipe, suas funções e outros colaboradores de um OA.

O modelo fornece os metadados para descrição de OAs, seus elementos e relacionamentos, e guarda todos os elementos permitindo a reutilização dos mesmos (SANTOS *et al.*, 2012).

4.2.4. Padrão OBAA

O padrão OBAA (Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes), surgiu como uma proposta a chamada dos Ministérios da Educação, Comunicação e Ciência e Tecnologia para projetos que vislumbrassem a interoperabilidade de conteúdos digitais em diversas plataformas. Neste contexto, o OBAA objetiva o estabelecimento de uma especificação, padronizada para os requisitos técnicos e funcionais de uma plataforma de produção, edição e distribuição de conteúdos digitais interativos, nas plataformas Web, dispositivos móveis e na televisão digital (VICARI *et al.*, 2010).

Conforme Vicari *et al.* (2009), a base do padrão OBAA é o padrão LOM, com todas as suas categorias e mais alguns metadados, complementando as categorias técnica e educacional e ainda insere duas categorias novas referentes aos aspectos de acessibilidade e segmentação.

Os metadados OBAA foram definidos como uma extensão do IEEE-LOM:

- Técnicos multiplataforma - extensão do item 4 do IEEE-LOM.
 - *SupportedPlatforms* e *PlatformSpecificFeatures*, com seus subgrupos.
- Educacionais - extensão do item 5 do IEEE-LOM:

- *LearningContentType*, *Interaction* (com subgrupos) e *DidacticStrategy*;

- **Acessibilidade:** é um novo grupo (item 10) de acessibilidade adaptados do *IMS AccessForAll*.

- **Segmentação multimídia:** novo grupo com informações de segmentação de conteúdos multimídia, adaptados do MPEG-7.

Na categoria educacional foram criados os elementos *LearningContentType*, *Interaction* e *DidacticStrategy*. O *LearningContentType* contribui para representar o modelo pedagógico, especificando o tipo de conteúdo do OA. O metadado *Interaction* é composto pelo mecanismo sensorial utilizado para transmitir a informação, pela forma de interação entre o usuário e o OA, mecanismos para informar e utilizar a co-presença de outros usuários no ambiente e pela forma de relacionamento entre os usuários. A reciprocidade é um modo de se relacionar com os outros no qual todos têm as mesmas oportunidades e chances de participação e de interação no grupo (VICARI *et al.*, 2009).

Vale ressaltar que a análise de metadados de diferentes padrões e modelos consiste na tentativa de apresentar possibilidades de acesso às partes separadas de um OA, não exigindo a visualização de um OA como um todo. Dessa forma, se o aluno acessa um OA, inclusive materializado em mídia impressa (com uso de QR Code), mas deseja visualizar apenas uma animação ou ouvir um áudio, então poderá escolher o recurso a ser acessado/explorado. Mas também é relevante saber a relação entre os recursos de um OA, ou seja, verificar se o vídeo acessado pelo aluno pertence a um contexto específico do OA (p. ex., cenas, cenários).

4.3. MOODLE

O *Moodle (Modular Object Oriented Developmental Learning Environment)* é um Sistema *Open Source* de Gerenciamento de Cursos, um AVA utilizado como plataforma oficial para desenvolvimento de cursos *on-line* e/ou como plataforma para comunicação e troca de material entre professores e alunos no ensino presencial (MOODLE, 2010).

No *Moodle*, os professores podem desenvolver cursos contendo fóruns, bate-papo, questionários, *wiki*, objetos de aprendizagem sob o padrão SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*), publicar materiais de quaisquer tipos de arquivos, etc. (ALVES e BRITO, 2005). O SCORM é um conjunto de especificações e normas que definem a relação entre conteúdos de objetos, modelo de dados e protocolos que permitem o compartilhamento de objetos em sistemas que seguem o mesmo modelo (ADL, 2012).

O Moodle possui várias ferramentas síncronas e assíncronas, as quais podem ser utilizadas como atividades de acordo com os objetivos propostos no curso. Algumas atividades:

- Fórum de discussão: é uma atividade assíncrona que permite a discussão sobre um determinado tema entre os participantes do curso.
- Questionários: permite a configuração de questionários com questões de diferentes categorias, as quais podem ser reutilizadas.
- Wiki: permite a construção de documentos de forma coletiva.
- SCORM/ AICC: o Moodle permite a importação de pacotes nos formatos SCORM AICC.
- Tarefa: atividade a ser elaborada pelos participantes e enviada através da plataforma.

- Bate-papo: é uma atividade síncrona com discussão textual entre os participantes do curso.

O *Moodle* registra eventos relacionados ao uso de um OA. Ao analisar um OA desenvolvido em HTML5 no *Moodle* pôde-se verificar o registro do acesso ao OA, fórum de discussão, questionário de avaliação, *wiki*, etc. (Figura 13).

The screenshot shows the Moodle interface with a navigation menu on the left and a log of activities on the right. The log is titled 'EAD: Aluno 1 teste, Todos os dias (Hora local do servidor)'. The log table has the following data:

Curso	Hora	endereço IP	Nome completo	Ação	Informação
EAD	Qui 9 maio 2013, 11:21	201.37.169.232	Aluno 1 teste	user logout	68
EAD	Qui 9 maio 2013, 11:15	201.37.169.232	Aluno 1 teste	course view	EAD
OA Algoritmos	Qui 9 maio 2013, 11:14	201.37.169.232	Aluno 1 teste	quiz review	Questionário Árvores B
OA Algoritmos	Qui 9 maio 2013, 11:13	201.37.169.232	Aluno 1 teste	quiz view	Questionário Árvores B
OA Algoritmos	Qui 9 maio 2013, 11:13	201.37.169.232	Aluno 1 teste	quiz review	Questionário Árvores B

Figura 13. Exemplo de registro no Moodle

O *Moodle* também possui uma variedade de temas³, como por exemplo, o *myMobile*, que pode ser personalizado e otimizado para *smartphones* e *tablets*.

4.3.1 MLE–Moodle

O *MLE-Moodle*⁴ (*Mobile Learning Engine – Moodle*) é de código-fonte livre, totalmente gratuito e personalizável, vinculado ao Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) *Moodle*. Qualquer alteração efetuada no *Moodle* é, automaticamente, convertida para o MLE, mas para utilizar o MLE é preciso que o

³ Exemplos de temas: <http://moodle.org/mod/data/view.php?d=26&advanced=0&paging=&page=1>

⁴ O MLE-Moodle surgiu da pesquisa realizada por Matthias Meisenberger - <http://moodle.uva.br/apoio/blocks/mle/browser.php?html=../blocks/mle/browser/credits.php>

plug-in tenha sido instalado no servidor no qual se encontra o ambiente Moodle (BATISTA *et al.*, 2011). Conforme visto em Ribeiro *et al.*(2009), o *MLE-Moodle* apresenta recursos parcialmente específicos para *m-learning*:

- *Flashcard Trainer*: uma funcionalidade para o *Moodle* que possibilita o uso com o celular (*m-learning*) e com o PC (*e-learning*), permitindo a sincronização.

- *Mobile Learning Objects (MLOs)*: É um objeto especial para a aprendizagem no MLE, pode ser armazenado no celular e posteriormente utilizado sem qualquer conexão à Internet (*off-line*).

- *Mobile Tags*: Com marcações móveis pode-se criar etiquetas que podem ser interpretadas pelo MLE (se o celular atende aos requisitos) permitindo que diferentes tipos de etiquetas possam ser criadas, como uma etiqueta com ligação a uma URL, ou com *tags* específicas do *Moodle* para transmitir um determinado curso ou atividade diretamente para o dispositivo móvel.

- *Mobile Comunidade*: É disponibilizada a todos que utilizam *MLE-Moodle*. Podem ser utilizados para qualquer tipo de comunidade relacionada ao curso, assim como com conteúdos especiais, calendários ou endereços de bibliotecas, que se deseja acessar facilmente (MLE-Moodle, 2009).

Além do MLE , outro recurso mais simples é o MyMLE⁵, um programa *open-source*, que permite a criação de conteúdos para celulares através de aplicativos (J2ME), permitindo o uso sem conexão com a Internet.

4.4. Plataforma ANDROID

O Android é um esforço do *Google* em colaboração com *Open Handset Alliance*. É uma plataforma de *software* de aplicativos para dispositivos móveis (celulares) com código-fonte aberto, que inclui sistema operacional baseado em

⁵ <http://mle.sourceforge.net/myml/>

Kernel Linux, aplicativos de usuário, bibliotecas de código, *frameworks* de aplicativo, suporte à multimídia entre outros (KING, ABLESON e SEN, 2012).

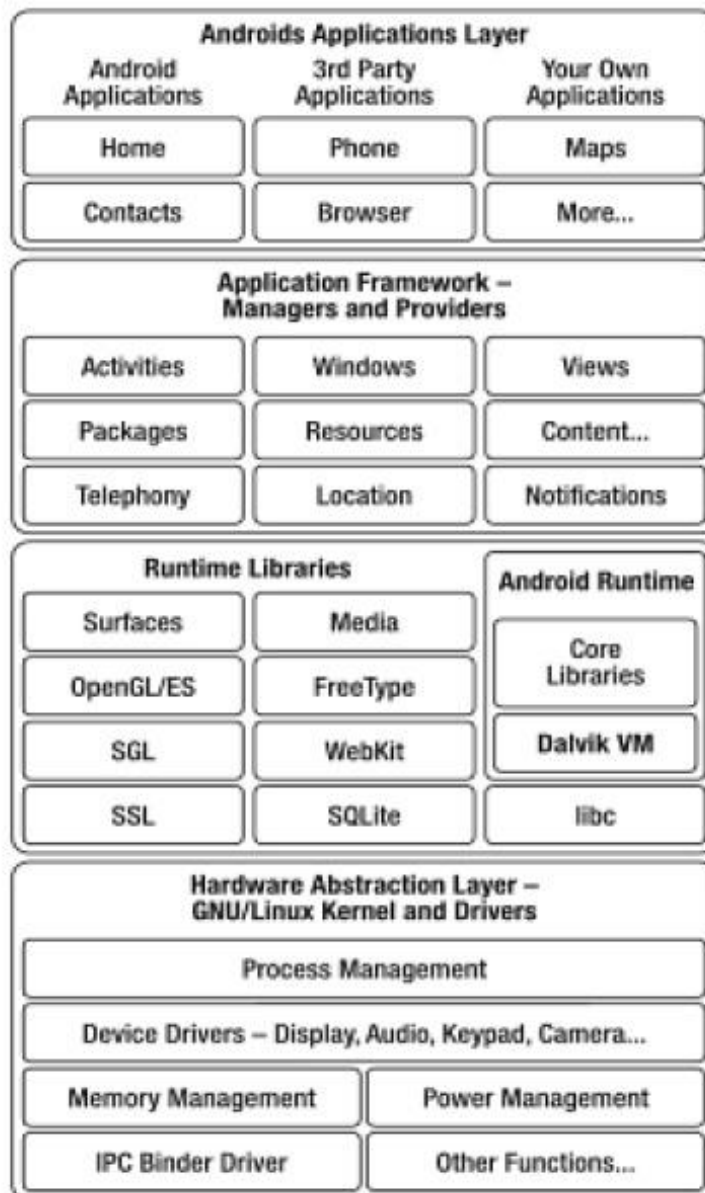


Figura 14. Arquitetura da plataforma Android

Fonte: Jordan e Greyling (2011, pág. 21)

Conforme visto em Jordan e Greyling (2011) a arquitetura do Android (Figura 14) é composta de cinco camadas:

- Camadas de abstração de *hardware* - Trata das operações do núcleo do Sistema, tais como: gerenciamento de memória, gerenciamento de processos, rede e energia.
- Bibliotecas - Fornecem serviços básicos para as aplicações e serviços como suporte gráfico (2D, 3D), reprodução de vídeo e áudio, armazenamento de dados estruturados, renderização de textos, etc.
- *Android Runtime*: O DVM (*Dalvik Virtual Machine*) é suportado por um conjunto de bibliotecas centrais e API que são documentadas, abertas e disponíveis para desenvolvedores.
- *Framework* de aplicação: A estrutura do aplicativo Android suporta diretamente o desenvolvimento de aplicações com um amplo conjunto de *namespaces* e classes Java. Além de gerenciar funções básicas do dispositivo fornece condições para a construção de outras ferramentas/aplicações.
- Aplicações: o Sistema Android oferece um conjunto funcional de aplicativos que fornecem ao usuário do dispositivo um conjunto de ferramentas com a possibilidade de combinar aplicações de acordo com o seu interesse e necessidades especiais.

Muitos aplicativos com objetivos educacionais têm sido desenvolvidos para dispositivos móveis com sistema Android. Conforme aponta Fernandes *et al.* (2012) no Brasil 28% dos celulares ativos utilizam o Android enquanto o principal concorrente, o iOS, é utilizado em 10% dos aparelhos.

5. ESTUDOS PRELIMINARES – DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM MULTIMODAIS

Este capítulo apresenta a proposta de desenvolvimento de conteúdo educacional (OAM) com foco na mobilidade e interatividade, usando a mídia impressa integrada às mídias digitais. As seções 5.1, 5.2 e 5.3 apresentam a proposta de integração de recursos e as estratégias pedagógicas. A seção 5.4 apresenta alguns resultados parciais que colaboraram para a obtenção dos resultados apresentados na seção 5.5, os quais foram alcançados através de experimentos realizados seguindo o modelo proposto. Após a pesquisa bibliográfica relacionada às questões que envolvem o problema abordado na tese, a metodologia de pesquisa utilizada foi a experimental no que se refere à verificação de dados estatisticamente significativos. A abordagem é quantitativa, e inclui a aplicação de questionários. Além disso, foram coletadas algumas informações através de relatos dos alunos.

A metodologia (Figura 15) é composta das seguintes etapas:

- Primeira etapa- Estudos preliminares que incluíram:
 - Pesquisa exploratória acerca do uso da mídia impressa no Ensino presencial e no Ensino a distância.
 - Elaboração de um Modelo para criação de OAM, após análise de recursos para integração da mídia impressa com outras tecnologias.
 - Elaboração do OAM seguindo o modelo proposto.
 - Experimento preliminar do OAM para verificar a diferença existente entre os meios utilizados e a interatividade de acordo com o *feedback* dos usuários.
 - Análise dos resultados preliminares.
- Segunda etapa- Resultados (**Capítulo 6**)

- Refinamento do modelo com requisitos provenientes dos resultados preliminares.
- Elaboração de regras para criação de OAM digitais e materializados.
- Integração de aplicativos ao modelo M-ROAMIN para geração automática de OAM materializados e uso em dispositivos móveis, de forma *on-line* e *off-line*.
- Experimentação com o modelo atualizado usando uma nova abordagem.
- Análise dos resultados.

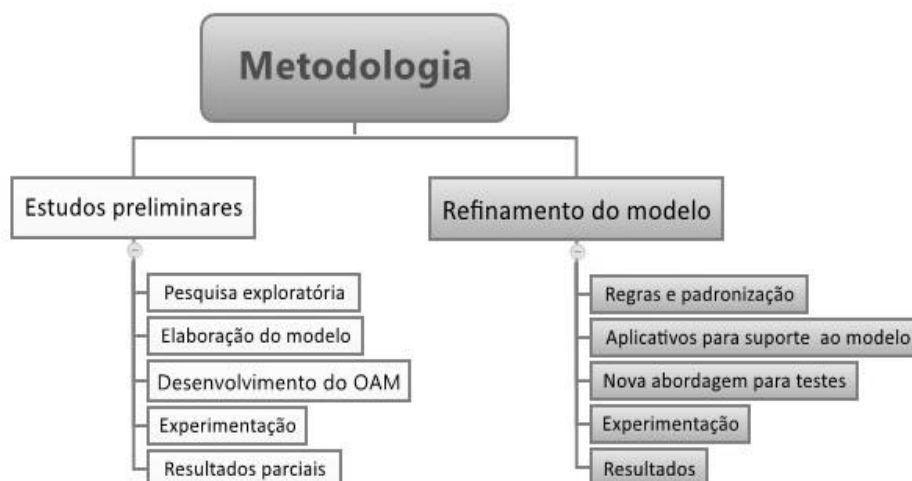


Figura 15. Metodologia utilizada

A pesquisa teve como foco inicial o desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem para a EaD, uma vez evidenciada a utilização da mídia impressa nessa modalidade de ensino. Mas surgiu o seguinte questionamento: E no ensino presencial, a mídia impressa ainda é muito utilizada como apoio ao ensino? Os alunos de cursos presenciais utilizam a mídia impressa para estudo? Diante disso, foram analisados os meios utilizados pelos alunos das duas modalidades de ensino, a fim de verificar a possibilidade de aplicação da proposta para ambos os públicos.

As seções a seguir apresentam a análise do modelo, o desenvolvimento de OAM e os resultados preliminares referentes à primeira etapa da metodologia.

5.1. Pesquisa sobre o uso da mídia impressa

Uma pesquisa realizada em 2011 (SANTOS, LIMA e WIVES, 2011), com onze alunos de graduação da modalidade presencial, apresentou algumas informações sobre o uso da mídia impressa para estudo. Dos onze alunos que responderam o questionário, nove informaram que costumam imprimir o conteúdo (mesmo disponível digitalmente) para estudo, e indicaram os motivos para impressão (Tabela 4).

Tabela 4. Pesquisa realizada em 2011 com alunos de graduação

Situações	Quantidade de alunos
Imprime sempre	≅ 9,1%
Imprime a partir de 3 páginas	≅9,1%
Imprime a partir de 4 páginas	≅9,1%
Imprime a partir de 10 páginas	≅18,2%
Imprime se usar o conteúdo várias vezes	≅9,1%
Imprime dependendo da complexidade do conteúdo	≅9,1%
Não imprime	≅18,2%
Imprime somente o essencial	≅18,2%

Fonte: Santos, Lima e Wives (2011)

Em relação ao uso da mídia impressa no ensino a distância, uma pesquisa foi realizada com professores do curso de EaD objetivando levantar informações sobre o uso da mídia e os motivos para utilizá-la. Nessa pesquisa, 21 alunos de EaD (Professores) responderam o questionário e os resultados apresentados foram:

- Costumam imprimir o conteúdo mesmo com acesso ao conteúdo digital?

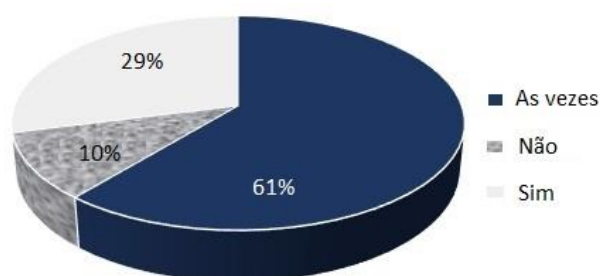


Figura 16. Alunos que costumam imprimir conteúdo para estudar

- Sentem falta da interatividade, quando utilizam a mídia impressa?

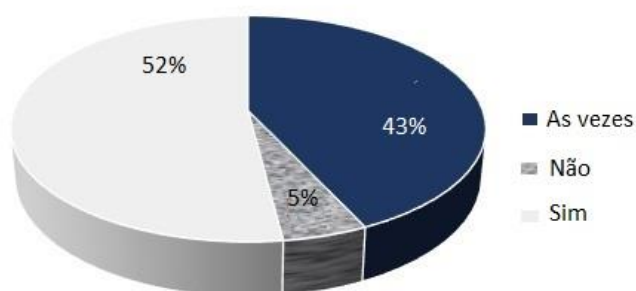


Figura 17. Alunos que sentem falta da Interatividade

- Costumam utilizar a mídia impressa como rascunho para o texto antes de publicá-lo digitalmente?

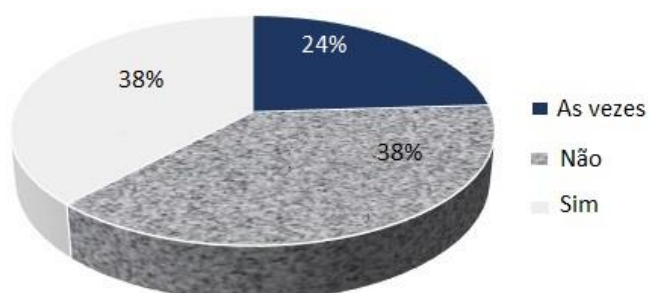


Figura 18. Alunos que utilizam mídia impressa para rascunho

- Gostariam de realizar atividades e exercícios de forma *off-line*?

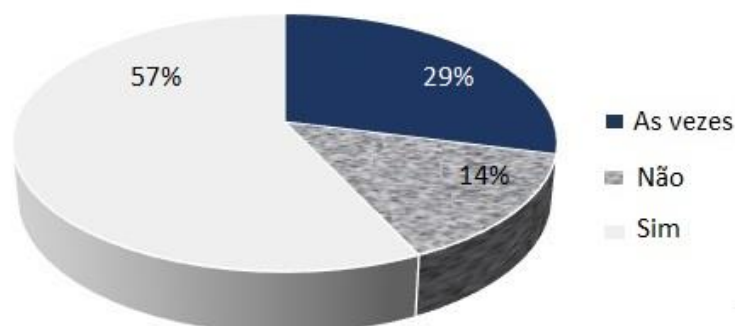


Figura 19. Alunos que gostariam de usar conteúdo off-line

Em relação aos motivos para impressão do conteúdo, os alunos cursistas (professores) informaram:

- “Tenho dificuldade em realizar a leitura na tela do computador. Me perco facilmente.”
- “Facilita a compreensão.”
- “Em geral, imprimo para fazer minhas anotações, marcar alguma parte importante. Ler no caminho do trabalho.”
- “Às vezes fica cansativo ler durante muito tempo no computador, por isso imprimo alguma coisa.”
- “Para que eu possa estudar em outros locais, utilizá-lo em reuniões de professores e/ou melhor fixá-lo.”
- “Quando o conteúdo é extenso tenho que imprimir para facilitar a compreensão, dessa forma utilizo o marcador para o que achei relevante.”
- “Posso ler em ônibus ou quando não tenho acesso à internet.”
- “Facilita a compreensão, e há lugares que trabalho, em que não tenho acesso às tecnologias como o computador.”
- “Depende do número de páginas, para estudá-las nos momentos que não tenho acesso à internet.”
- “Imprimir as orientações para realizar as atividades é mais fácil, não preciso ficar abrindo e fechando janelas.”

- “Imprimo quando os textos são extensos, pois a leitura prolongada no computador causa desconforto visual.”
- “Prefiro imprimir o conteúdo porque fica mais fácil de manusear o texto, sem precisar ligar o computador toda hora e também para evitar tonturas devido ao longo tempo de estudo olhando na tela.”
- “Facilita a leitura e compreensão do assunto.”
- “Pela complexidade do conteúdo, às vezes recorro à impressão do mesmo, o que facilita a leitura.”

Alguns alunos sugeriram a utilização da mídia impressa como meio para estudo do conteúdo educacional:

- “Seria ótimo receber o material impresso. Enriqueceria a aprendizagem.”
- “Acredito que seria muito interessante que recebêssemos durante o curso apostilas impressas por correio”.
- “Para mim o ideal seria ter acesso ao conteúdo do curso tanto da forma digital quanto impressa. Ambiente virtual e material impresso juntos, atenderia às necessidades de diversos cursistas”.
- “Sei que alguns conteúdos precisam ser manuseados no computador para que haja uma melhor compreensão, até devido às atividades interativas, porém o melhor seria alternar as formas de material do curso.”

Considerando os dados que sinalizam o uso da mídia impressa pelos alunos para fins de estudo, alguns experimentos foram realizados (seção 5.6) com o intuito de verificar se a proposta elaborada nessa tese permite reduzir as limitações da mídia impressa.

5.2. Integração da Tecnologia de códigos 2D

Após a análise de códigos 2D (capítulo 4) foram utilizados os códigos QR Code, devido às características tais como a velocidade de processamento e

quantidade de armazenamento. Mas qual o potencial da integração do QR Code na elaboração de conteúdo educacional? Algumas vantagens apontadas por Ramdsen (2008) no uso do QR Code em sala de aula são:

- Durante uma apresentação em *Power Point*, por exemplo, não é necessário digitar uma URL longa apresentada no *slide*, pois o QR Code pode ser utilizado como um *link* e ainda permitir realizar o *download* da apresentação.
- Durante uma apresentação podem ser usados para recolher *feedback* formativo como, por exemplo, dois códigos QR utilizados para que o público responda uma pergunta fechada (sim/não).
- Inclusão no material impresso de aprendizagem, permitindo melhorar a conexão entre a atividade a ser realizada no livro e uma atividade adicional *on-line*.

Segundo Özdemir (2010) o uso de códigos de barra 2D para apoiar livros impressos com multimídia móvel pode aumentar a eficácia desses recursos tradicionais e importantes para aprendizagem presencial e a distância na superação do problema da carga cognitiva (princípios apresentados no Capítulo 2).

O planejamento de um material educacional considerando o uso da mídia impressa pode incluir etiquetas que direcionem para os elementos dinâmicos. Nesse caso, o aluno pode visualizar o conteúdo textual na mídia impressa, com a possibilidade de acessar todo o conteúdo multimídia através dos códigos. Neste caso, o aluno com um celular (com câmera) e acesso à Internet, consegue acessar qualquer recurso dinâmico (p.ex., animação, vídeo, áudio, dicas, etc.) representado pelos códigos no material educacional.

A Figura 20 mostra o processo inicial para acesso ao conteúdo e informação multimídia armazenados no AVA usando a mídia impressa com QR Code e um dispositivo móvel.

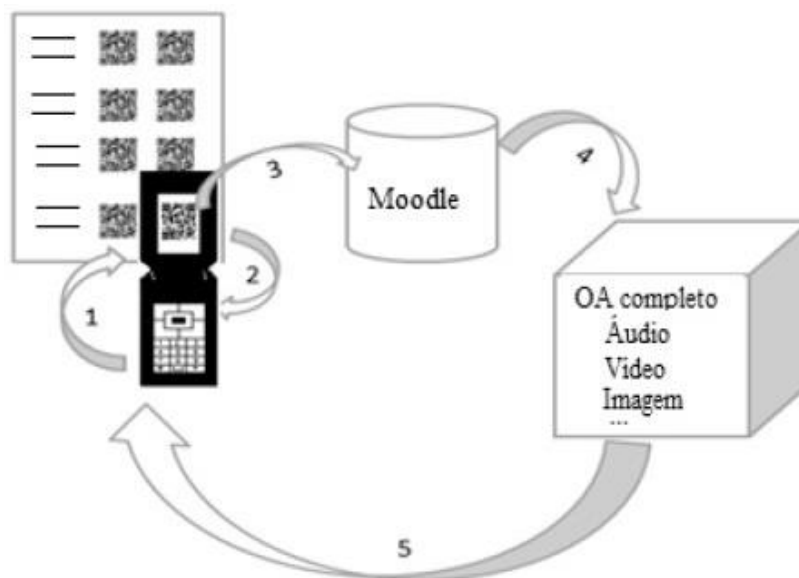


Figura 20. Processo inicial de acesso aos conteúdos dinâmicos através de QR Code

Fonte: Adaptado de Santos, Lima e Wives (2010)

Para decodificar um código 2D usando o dispositivo móvel, o usuário deve instalar um aplicativo leitor de códigos 2D. Alguns celulares, mais modernos, já vêm com o leitor instalado, mas caso o dispositivo não possua um leitor, o usuário pode fazer o *download*, caso seja compatível com o dispositivo.

Em relação aos problemas abordados por Belisário (2006), a proposta desta tese possibilita uma alternativa na redução dos problemas referentes às limitações do papel e do computador, ao reunir as vantagens existentes em ambos. A Figura 21 demonstra como a proposta de uso integrado da mídia impressa e da tecnologia QR Code pode facilitar o acesso aos materiais educacionais interativos.

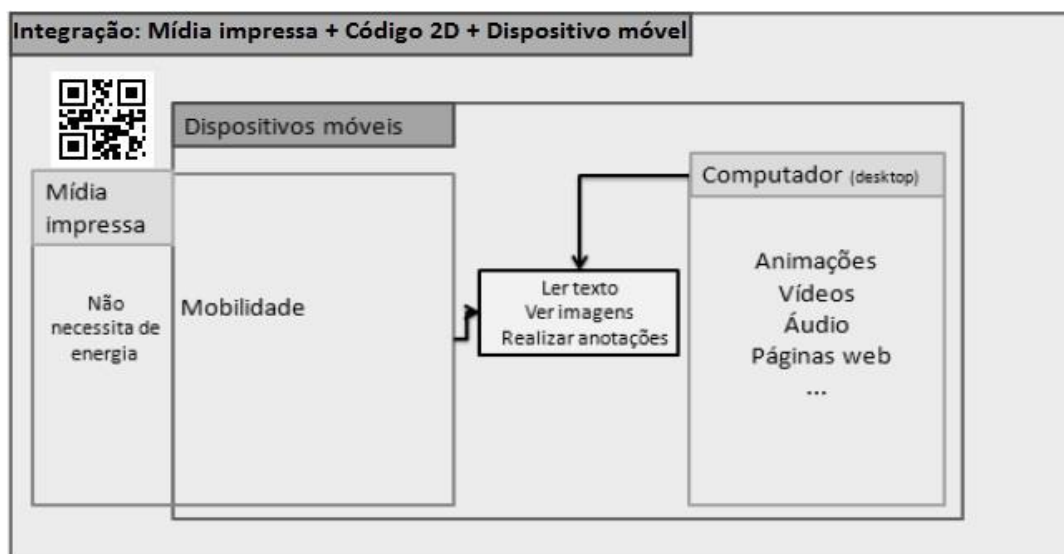


Figura 21. Vantagem da integração de tecnologias – mídia impressa, QR Code e dispositivos móveis

Fonte: Adaptado de Santos e Wives (2011)

Como benefícios da proposta de integração (Figura 21) pode-se citar: mobilidade, acesso aos conteúdos dinâmicos e interativos, atualização do conteúdo (reuso), fornecimento de *feedback* (textual) *off-line* e acesso aos recursos de um OAM.

5.3. Elaboração do material educacional

O material desenvolvido tem como público-alvo os alunos de cursos de EaD ou cursos presenciais com alguma(s) disciplina(s) a distância. O conteúdo do OAM (Segurança na Web) pode ser utilizado em qualquer curso pois não demanda pré-requisitos específicos.

O OAM aborda os riscos existentes na Web e apresenta algumas medidas de prevenção. Sabe-se que os usuários estão expostos a muitos riscos enquanto acessam a Internet, tais como *malwares*, ataques de Engenharia Social, entre outros. Dessa forma, percebe-se a relevância de elaborar conteúdos sobre tal temática.

O conteúdo é apresentado por um OAM denominado 'Prevenção na Web' que aborda os seguintes assuntos: Atualização de *software*, Antivírus, *Firewall* e *Spam*. O objetivo do OAM é apresentar os assuntos descritos acima, demonstrando através de vídeos, animações, textos e imagens as medidas de prevenção contra as ameaças existentes na *Web*. Diante de tantos riscos existentes na Internet, considera-se relevante apresentar conteúdos e promover discussões sobre esse tema para alunos de diferentes níveis educacionais.

O OAM foi desenvolvido em HTML5. Os textos foram separados em arquivos *javascript*. Em relação à tecnologia utilizada no desenvolvimento, HTML5, Lawson e Sharp (2011) citam três objetivos principais da tecnologia:

- especificar comportamentos de navegadores para a interoperabilidade;
- definir tratamento de erros;
- evolução da linguagem para facilitar a criação de aplicações *web*.

A tag `<meta>` fornece metadados sobre o documento HTML. Os Meta elementos, normalmente, são utilizados para especificar descrição de página, palavras-chave, autor, modificação no documento e outros metadados. Tais metadados podem ser utilizados pelos navegadores (exibição de conteúdo), motores de busca (palavras-chave) ou outros serviços web (W3SCHOOLS, 2013). As tags `<meta>` ficam dentro do elemento `<head>`. Alguns exemplos:

- Definição de palavras-chave para os motores de busca: `<meta name="keywords" content="palavras-chave">`
- Definição de autor da página web: `<meta name="author" content="Nome do autor">`

O elemento `<style>` permite definir informações de estilo para um documento HTML, especificando como os elementos devem ser processados no navegador. O atributo "media" no elemento `<style>` especifica a mídia (dispositivos, mídia impressa) que utilizará o estilo.

O HTML5 também possibilita a utilização de microdados (microdata). De acordo Ronallo (2012), os microdados permitem uma camada de metadados estruturada nas apresentações na Web. Com os microdados, os itens são descritos na página HTML, onde cada item é composto de um ou mais pares de valores-chave: a propriedade e um valor. A sintaxe é composta de atributos HTML, os quais podem ser usados em qualquer elemento HTML válido. O núcleo do modelo de dados é composto de três novos atributos de HTML:

- `itemscope` que informa a existência de um novo item;
- `itemtype` que especifica o tipo de item;
- `itemprop` que informa as propriedades e valores de itens.

No entanto, para permitir que outras máquinas compreendam o significado do conteúdo é preciso utilizar uma linguagem comum. Nesse caso usa-se o Schema.org⁶, uma tentativa de definir um vocabulário amplo (RONALLO, 2012). No site Schema.org são apresentados os tipos comentados utilizados: *Creative works, Embedded non-text objects (AudioObject, ImageObject, VideoObject), Event, Organization, Person, Place, Product, Review, AggregateRating*.

Em Marinho e Resende (2011) são apresentadas algumas funcionalidades novas no HTML5, também utilizadas na criação do OAM (Quadro 6):

Quadro 6. Tags HTML5

Elemento	Descrição
<code><article></code>	Representa um pedaço independente do conteúdo, como uma entrada em <i>blog</i> ou artigo de jornal.
<code><section></code>	Representa uma seção genérica.
<code><header></code>	Grupo de ajuda introdutório ou navegacional.

⁶ <http://schema.org/docs/gs.html>

<footer>	Representa o rodapé.
<hgroup>	Representa o cabeçalho de uma seção.
<aside>	Parte de conteúdo relacionado ao restante da página.
<figure>	Representa um conteúdo de fluxo autocontido. Conteúdo de fluxo representa a maioria dos elementos utilizados no corpo do documento (, <table>, <math>, <p>).
<video>	Provê uma API (<i>Application Programming Interface</i>) para a execução de vídeos e filmes.
<audio>	Provê uma API para a execução de sons e fluxos de áudio.
<canvas>	Utilizado para renderização sob demanda de gráficos <i>bitmap</i> , como jogos, imagens, etc.
<embed>	Representa um ponto de integração para uma aplicação externa (não HTML) ou conteúdo interativo.
<command>	Representa um comando que pode ser invocado pelo usuário.

Fonte: Marinho e Resende (2011)

Considerando algumas limitações tais como a resolução da tela de alguns dispositivos móveis, deve-se elaborar materiais que possam ser utilizados de forma fragmentada, ou seja, fornecer acesso aos recursos (vídeos, animações) de forma individualizada. Vale ressaltar que os recursos vídeo e áudio devem fornecer um controle de execução que permita iniciar, interromper e finalizar para evitar a reprodução simultânea com outras mídias, o que pode causar a sobrecarga cognitiva.

Ainda, em relação ao vídeo, este deve possuir um formato (ou ser adaptado) que possa ser acessado em diferentes tecnologias. A Figura 22

apresenta um conteúdo composto de texto, imagem e vídeo. Nesse caso, o recurso vídeo pode ser assistido diretamente no conteúdo ou executado isoladamente. Então, o conteúdo impresso pode apresentar um QR Code específico para o vídeo, uma vez que os recursos texto e imagem já estarão disponíveis para visualização. Porém, o QR Code também pode ser utilizado para textos e imagens quando tais recursos não estiverem nítidos (usando efeito zoom do dispositivo) ou quando se caracterizam como recursos adicionais tais como dicas, *feedbacks*, etc.

O OAM desenvolvido (Figura 22) possui uma estrutura similar ao modelo UMBRELO, proposto por Santos *et al.* (2012), a qual pode ser descrita de forma genérica ou detalhada, isto é, descrição de todos os recursos.

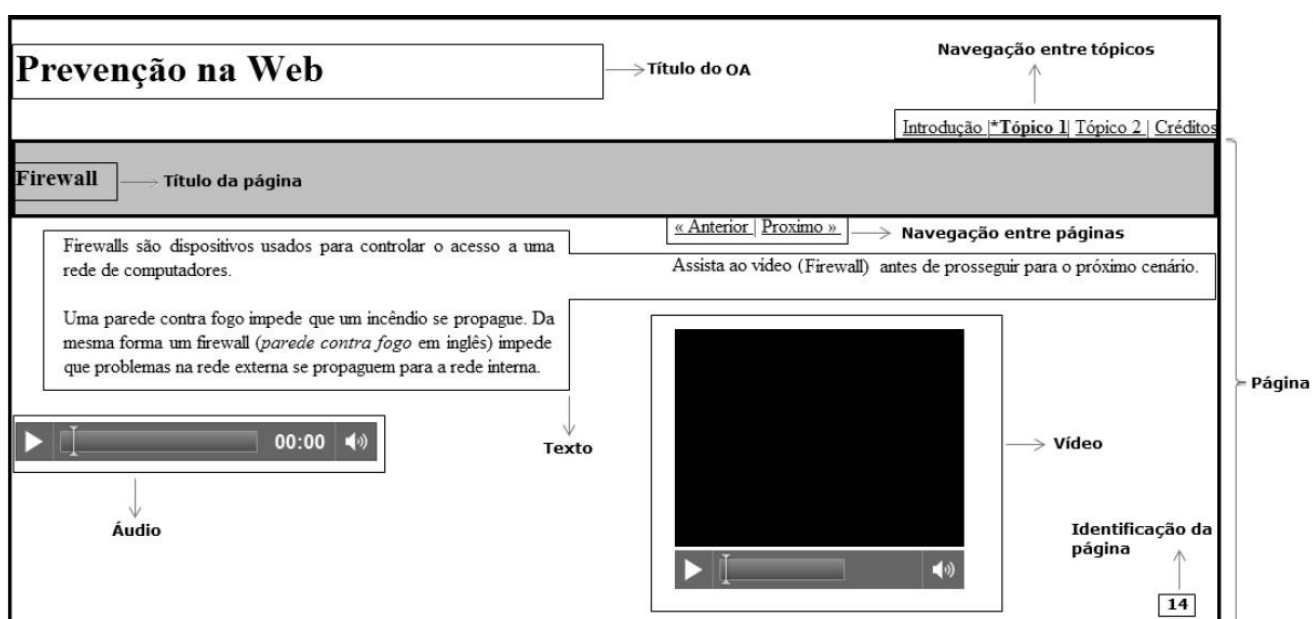


Figura 22. OA Prevenção na Web e seus recursos

Fonte: Santos, Lima e Wives (2011)

A Figura 23 apresenta a materialização do OAM Prevenção na Web com o uso do QR Code. Os conteúdos dinâmicos foram representados por QR Code permitindo o acesso direto via dispositivo móvel.

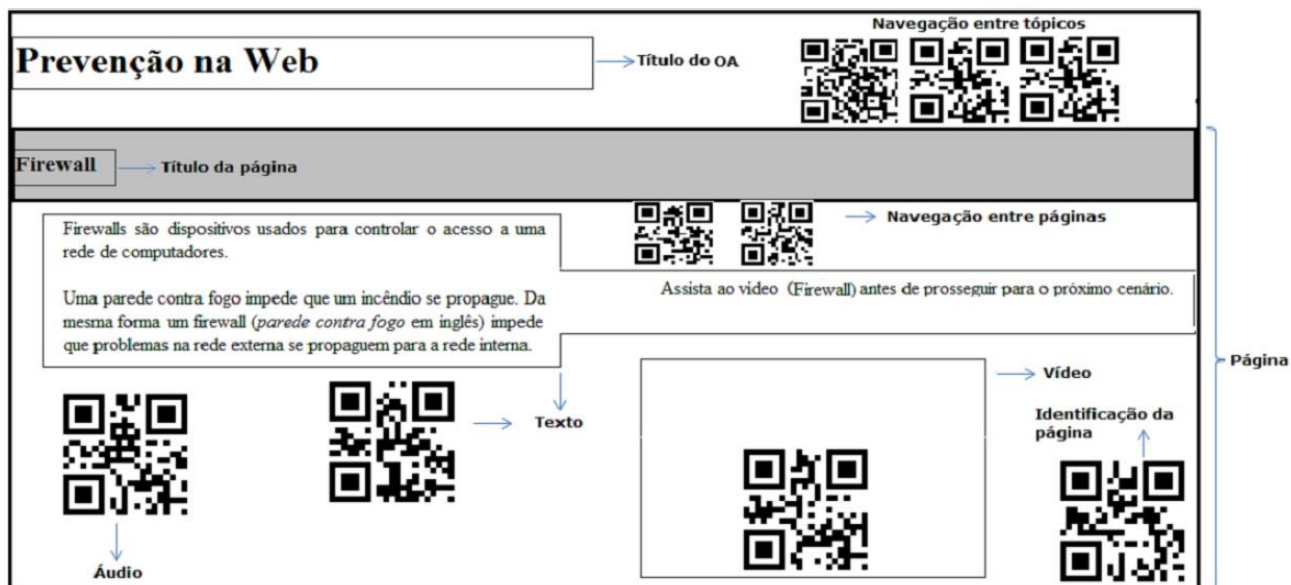


Figura 23. Materialização do OA na mídia impressa com QR Code

Fonte: Santos, Lima e Wives (2011)

Usando a tecnologia QR Code na mídia impressa os recursos presentes no material, tais como textos, imagens, áudios, vídeos, etc. poderão ser acessados de forma integrada e/ou individualmente, usando um dispositivo móvel.

5.4. Estratégias para aplicação do OAM

Ao elaborar um OAM seguindo a proposta de integração de tecnologias, o professor pode utilizar estratégias diferenciadas no ensino. O uso de estratégias diferenciadas não significa a substituição dos métodos educacionais tradicionais, mas complementá-los e alterná-los de forma a atender aos diferentes perfis de alunos, inclusive os ditos Nativos Digitais (PRENSKY, 2001) e *Homo Zappiens* (VEEN e VRAKING, 2009), além de propiciar novos meios de ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, foram analisados os eventos de instrução de Gagné *et al.* (2005) com o objetivo de identificar possibilidades de aplicação do OAM e a integração de estratégias pedagógicas. Um dos eventos de instrução de Gagné *et*

at. (2005) é obter atenção do aluno (primeiro evento). O uso do QR Code no material impresso pode colaborar para despertar a curiosidade do aluno em relação ao conteúdo representado pelo código. O código pode direcionar para um vídeo, uma mídia poderosa para atrair e manter a atenção (MOORE e KEARSLEY, 2007). Segundo os autores, o vídeo e o áudio são especialmente eficazes para a transmissão de aspectos emocionais, podendo ser usados para apresentar opiniões de especialistas, aumentando a credibilidade e o interesse nos materiais.

Durante a utilização do OAM materializado (com QR Code), o aluno precisa utilizar um dispositivo para decodificar a mensagem ou conteúdo do código. Observa-se que, nesse momento, o aluno motivado pelo interesse em decodificar o conteúdo do código (p.ex., vídeo) utiliza outra tecnologia (dispositivo móvel) e consegue assistir ao vídeo, uma limitação da mídia impressa. Enquanto assiste ao vídeo o aluno pode continuar o estudo usando a mídia impressa, com anotações, comentários sobre o vídeo ou ainda decodificar outro QR Code que direcione para um fórum ou *wiki* no *Moodle*, compartilhando sua opinião sobre o vídeo. Além disso, o aluno pode estudar usando o OAM diretamente no dispositivo.

No planejamento do OAM é essencial informar os objetivos (segundo evento) de cada conteúdo com clareza e organização, a fim de fornecer uma orientação ao aluno. O OAM pode possuir códigos (QR Code) que informem os objetivos de cada conteúdo, através de uma informação textual e direta ou na forma de *link* direcionando para uma descrição dos objetivos e conceitos relacionados, inclusive através de áudio. Vale ressaltar que um recurso que auxilia no entendimento de conceitos relacionados é o mapa conceitual.

Em relação ao conhecimento prévio, terceiro evento de instrução, é necessário estimular a lembrança do aprendizado anterior. Dessa forma, o professor pode elaborar questões ou atividades que permitam ao aluno relembrar o conteúdo apreendido anteriormente. Nesse contexto, pode-se utilizar o QR Code direcionando para exercícios específicos do *Moodle* e exercícios armazenados nele tais como os exercícios criados pelo *Hot Potatoes* (Figura 24).

Os exercícios podem conter QR Code para fornecer dicas, *feedback* textual (*offline*) e apresentar conceitos relacionados para facilitar o entendimento.



Figura 24. Atividade elaborada no *HotPotatoes*

O OAM deve conter recursos representativos dos conceitos referentes ao conteúdo, de forma clara e objetiva, proporcionando o estímulo (quarto evento). Dessa forma, cada código pode ter uma informação do contexto de forma que o aluno possa refletir sobre o conteúdo e organizar os conceitos. É importante que o OAM disponha de uma apresentação da estrutura e dos assuntos abordados, com a possibilidade de distribuição do conteúdo em tópicos e inclusive, a representação por meio de mapas conceituais. O OAM pode conter um QR Code para cada tópico, permitindo que o aluno possa acessá-lo e obter informações.

Para fornecer a orientação ao aprendizado (quinto evento) o OAM pode conter vários recursos representados por QR Code, tais como instruções, sugestões de pesquisa, estudo de caso, notícias, e etc. Algumas atividades podem ser utilizadas para elicitare a performance (sexto evento) como, por exemplo, exercícios de reflexão, uso de vídeos, fórum de discussão, textos colaborativos, entre outras. Os exercícios e atividades do OAM devem prover

feedback ao aluno, oferecendo a oportunidade de pensar sobre sua própria aprendizagem (FILATRO, 2008). O fornecimento de *feedback*, um dos eventos de instrução (sétimo evento), deve ser elaborado e conduzido de forma coerente, de acordo com os diferentes tipos de exercícios, e pode ser aplicado durante ou após a conclusão da atividade. Um *feedback* pode ser obtido através de um QR Code no modo texto ou áudio, ou seja, o OAM pode oferecer duas opções de *feedback* (texto e áudio) e quando um aluno escolher o QR Code relacionado à resposta que considera correta, receberá o *feedback* imediatamente. A identificação da funcionalidade do código pode ser necessária quando a Interface possui muitos recursos.

Na avaliação do desempenho (oitavo evento) o professor pode utilizar diversos tipos de atividades, questionários no AVA incluindo questões discursivas, participação em fórum, utilização de vídeo para discussão em sala de aula, entre outras. Dessa forma, o aluno pode utilizar o OAM materializado para acesso aos questionários e atividades, utilizando o dispositivo móvel para registro das respostas.

A discussão é um dos procedimentos mais convenientes para induzir a transferência de conhecimento (GAGNÉ, 1976), o nono evento de instrução. Os vídeos do OAM podem ser utilizados para iniciar e guiar uma discussão em grupo. Além disso, o vídeo no OAM pode ser segmentado de acordo o contexto. Ao considerar os recursos complementares na elaboração de conteúdo educacional e sua aplicação considerando os eventos de instrução de Gagné *et al.* (2005), o ambiente poderá ser estrategicamente organizado para promover uma situação de aprendizagem. Após a aplicação do OAM com os alunos, o professor pode solicitar que os alunos criem um material (OA) relacionado ao tema abordado, inclusive utilizando recursos de códigos 2D. Os alunos podem gerar QR Code relacionados ao conteúdo e disponibilizar no Moodle (p. ex., fórum) compartilhando experiências e conhecimento. Em Bloom *et al.* (1974) é apresentada a taxonomia de objetivos educacionais, composta por três partes principais: domínios cognitivo, afetivo e psicomotor. No entanto, este capítulo

aborda o domínio cognitivo, o qual inclui objetivos vinculados à memória ou reconhecimento e ao desenvolvimento de capacidades e habilidades intelectuais.

Em relação ao domínio cognitivo, Bloom *et al.* (1974) apresentam uma taxonomia de objetivos educacionais, estruturada por seis classes, do nível mais simples ao mais complexo, sendo elas:

- Conhecimento – comportamentos e situações de verificação, com a evocação, por reconhecimento ou memória, de ideias, materiais e fenômenos.
- Compreensão – objetivos, comportamentos e respostas que representam um entendimento da mensagem literal contida em uma comunicação.
- Aplicação – o uso de abstrações apropriadas em situações particulares e concretas.
- Análise – desdobramento do material em suas partes constitutivas, a percepção das relações e os modos de organização.
- Síntese – agrupamento de partes, combinando-as de forma a constituir a estrutura, o todo.
- Avaliação- julgamentos quantitativos e qualitativos acerca do valor das ideias, materiais e métodos, os quais são realizados com algum propósito.

Entende-se que os objetivos educacionais são necessários para o planejamento instrucional. Dessa forma, os professores podem utilizar as classes, de maneira hierárquica, de acordo com os propósitos de aprendizado, incluindo o planejamento de OAs. Dessa forma, o professor pode utilizar OAs que contemplem a taxonomia de Bloom. Em Bulegon (2011) são apresentados indicadores resultantes de estudos sobre OAs, taxonomia de Bloom, e desenvolvimento de habilidades e competências. De acordo com o estudo realizado por Bulegon (2011) alguns OAs podem ser usados para contemplar a Taxonomia de Bloom e oferecer condições para o desenvolvimento de habilidades e competências⁷, tais como:

⁷ As competências correspondentes a cada classe e OAs são detalhadas em Bulegon (2011). Não foram apresentadas no quadro 7.

Quadro 7. Taxonomia de Bloom e OAs

Objetivos de aprendizagem cognitivas de Bloom	Exemplos de OAs
Conhecimento	Jogos para trabalhar conceitos de uma área específica, imagem, <i>slide</i> , vídeo, texto, tabela, gráficos, tutorial, animações, etc.
Compreensão	Exercícios, tabelas, gráficos, imagem, etc.
Aplicação	Simulação, jogos, aplicativos, laboratórios virtuais, etc.
Análise	Uso de mapas conceituais, relacionamentos entre conceitos, diagramas, resumos, leituras, etc.
Síntese	Estudo de caso, simulação, experimento, vídeo, etc.
Avaliação	Resolução de problemas, questionários, atividades de reflexão, estudo de caso, etc.

Fonte: Bulegon (2011)

Dessa forma, considerando a importância de elaborar OAs que contemplem a taxonomia de objetivos educacionais e os exemplos apontados no Quadro 7, os professores podem analisar os recursos relevantes para inclusão no planejamento instrucional e sua aplicabilidade. Nesse sentido, os OAM podem incluir códigos 2D, conforme sugerido nessa seção, representando o conteúdo ou partes dele, tais como os exemplos apresentados no Quadro 7.

5.5. Resultados parciais

Antes de desenvolver o OAM Prevenção na *Web*, a proposta de integração da mídia impressa e códigos 2D para desenvolvimento e materialização de OAM foi analisada com o desenvolvimento e materialização do OAM “Entendendo Grandezas” (SANTOS, LIMA e WIVES, 2010). O OAM “Entendendo Grandezas” pode ser acessado através da Internet, de dispositivos móveis e através de mídia impressa com códigos que direcionam para a parte dinâmica, permitindo ao

usuário acessar conteúdos complementares que não podem ser utilizados apenas no papel.

O OAM desenvolvido teve como objetivo verificar a viabilidade de utilização e funcionalidades dos códigos 2D. O OAM possibilita a análise e resolução de problemas relacionados ao tema Grandezas Proporcionais e abrange também o OA desenvolvido por Melo *et al.* (2008) e posteriormente adaptado por Gomes (2009) na criação de OAs com códigos de barra para interação com a TV digital.

O OAM foi desenvolvido seguindo as recomendações de usabilidade (Quadro 4) no que concerne a cor de fonte, cor de fundo, formato de áudio e imagem, especificamente para a *Web* e dispositivos móveis. A Figura 25 apresenta o OAM “Entendendo grandezas” desenvolvido usando *Flash* e *ActionScript* e possui alguns exercícios que se baseiam no OA Gangorra Interativa (MELO *et al.*, 2008).

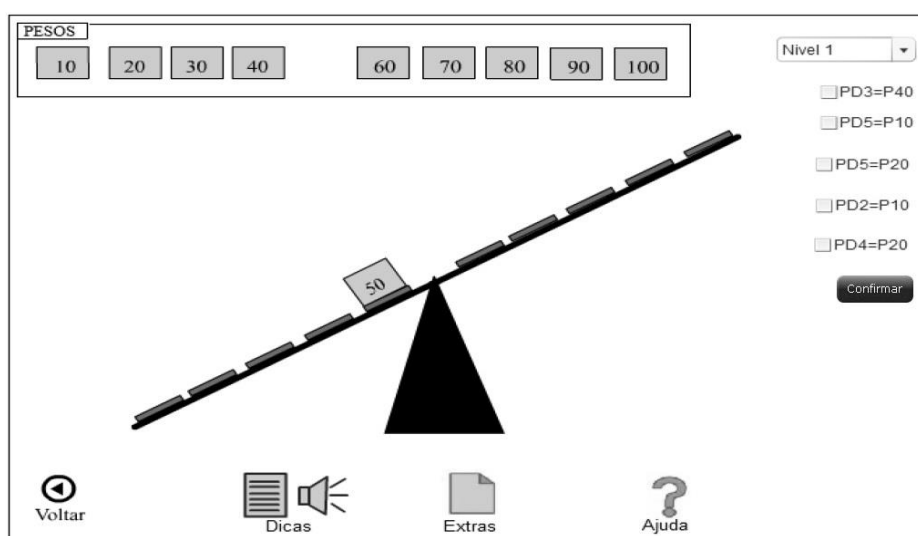


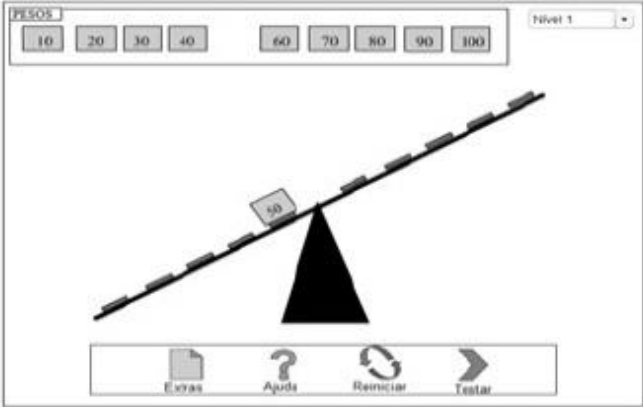
Figura 25. Interface do OAM "Entendendo Grandezas"

Fonte: Santos, Lima e Wives (2011)

A Figura 25 apresenta a interface do OAM “Entendendo Grandezas” utilizado para testes iniciais com códigos 2D. O uso de QR Code (Figura 26) na mídia impressa possibilitou interagir com o OAM através do dispositivo móvel,

inclusive na tecnologia *Touch Screen*, para resolução de problemas em até 4 níveis de dificuldade.

Problema:
 Que peso deve ser usado?
 Em qual posição o peso deve ser colocado para equilibrar a balança?
 Decodifique o QR Code correspondente à resposta que considera correta.
 Ao decodificar o QR Code você visualizará a animação e o resultado.



Opções:

P5D = P20

P5D = P10

P2D = P10

P4D = P20

Figura 26. Uso de QR Code no OA impresso
 Fonte: Adaptado de Santos, Lima e Wives (2011)

No exemplo apresentado na Figura 26, o professor pode utilizar o OAM em sala de aula ou disponibilizar para que os alunos explorem em outros locais. Os alunos podem solucionar os problemas usando a mídia impressa com dispositivo móvel ou ainda, através de câmeras do computador, ambos com acesso à Internet. Relacionando à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), ao utilizar essa estratégia ocorre uma interação seletiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva. Nesse sentido, um

OAM pode ser utilizado como organizador prévio, servindo como ponte entre o conhecimento já existente e o conhecimento a ser adquirido.

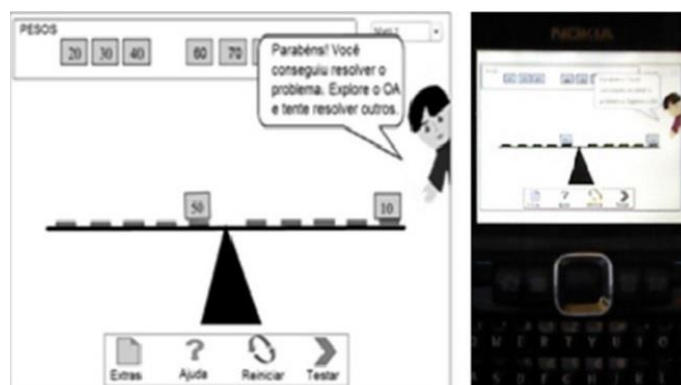


Figura 27. OA acessado pela Web e dispositivos móveis, respectivamente
 Fonte: Santos, Lima e Wives (2010)

Como estratégias para uso do OAM envolvendo o papel e os recursos do QR Code, o professor pode utilizar (SANTOS, LIMA e WIVES, 2010):

- **Problematização** - A primeira estratégia seria a problematização. O professor pode utilizar o OAM para iniciar o conteúdo sobre Grandezas Proporcionais, elaborar questões relacionadas ao OAM, codificá-las e disponibilizá-las através do papel.
- **Representação da solução** - A segunda estratégia seria a representação da solução. De posse do papel com a interface do OAM e das questões, o aluno pode refletir sobre a solução para o problema proposto e representar a solução no papel. Conforme abordam O'Hara e Sellen (1997) em uma comparação com ferramentas *on-line*, o papel oferece suporte a anotação enquanto leitura, navegação rápida e flexibilidade de *layout* espacial. Dessa forma, o aluno pode solucionar o problema e destacar a opção que considera correta. Além da representação lógica (escrita no papel) usada na resolução do problema, pode ser solicitada a justificativa da resposta.

- Teste do desempenho – Por último, após a reflexão e elaboração da solução, o aluno com o leitor de QR Code no dispositivo móvel pode decodificar o código correspondente à opção que considera correta e verificar a resposta através da animação interativa do OAM, recebendo *feedback*.

O desenvolvimento do OAM seguindo a proposta colaborou para a análise de novas funcionalidades. Em Santos e Wives (2011) são apresentadas algumas sugestões de melhoria a partir da análise do OAM, sendo elas:

- Identificação da funcionalidade do código – No caso de um OAM possuir muitos recursos representados por códigos 2D, ícones intuitivos sobrepostos ao código poderiam representar sua funcionalidade;

- Tamanho do código - Para adequar o código 2D ao espaço reservado para o recurso do material, pode ser necessário reduzi-lo, o que pode dificultar a leitura do código. Dessa forma, deve-se analisar a possibilidade de uso de códigos menores ou atentar para que o código tenha um tamanho adequado para leitura (decodificação);

- 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 regras para apresentação do conteúdo – Destaca-se a necessidade de regras para a representação de recursos de acordo com o meio utilizado, possibilitando a geração do material em diferentes formatos (web, mídia impressa com códigos 2D e *mobile*).

- Análise de outras plataformas – Análise de outras plataformas (p.ex., HTML5) para o desenvolvimento de OAM e a integração com padrões de metadados;
- Priorizar os recursos para materialização – A tela de um OAM pode conter vários recursos dinâmicos. Nesse caso, o professor pode selecionar, de acordo com o objetivo educacional, os recursos prioritários para representação, a fim de evitar a sobrecarga. O QR Code pode ser usado para acessar vários recursos e por isso foi necessário distinguí-los, de acordo com a funcionalidade (Figura 28).



Figura 28. Tipos de *feedback* verbal e não verbal
Fonte: Santos, Lima e Wives (2011)

A Figura 28 apresenta exemplos de QR Code com ícone indicando a funcionalidade. O código fornece *feedback* através de mensagem de texto (Figura 28 à esquerda) ou através de áudio (Figura 28 à direita). A Figura 29 apresenta o OAM materializado com as melhorias propostas por Santos e Wives (2011).

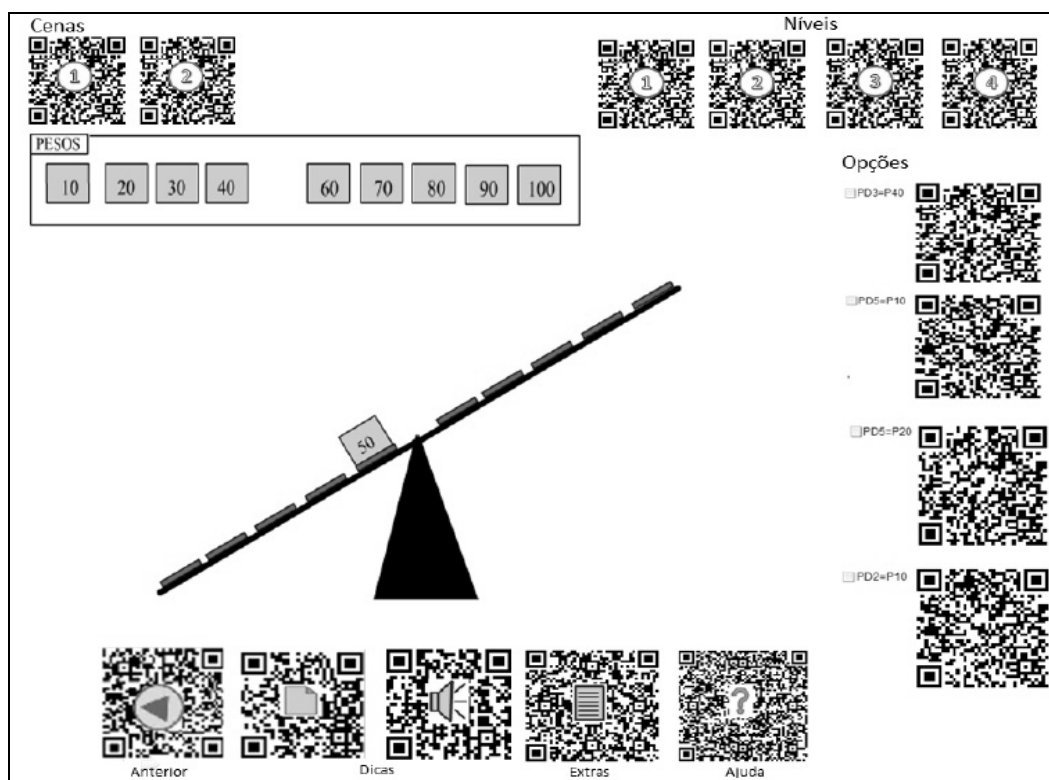


Figura 29. Melhorias no OAM

Fonte: Santos e Wives (2011)

Analisando a Figura 29, observa-se que os recursos apresentados na Interface da Figura 25 foram representados pelos códigos (QR Code). Dessa forma, a Interface da Figura 29 impressa (materializada), possibilita ao usuário a interação com o OAM através de um dispositivo móvel. Com o OAM materializado, o usuário pode acessar dicas, esclarecer dúvidas, realizar os exercícios em diferentes níveis e obter *feedback*. Outros estudos foram realizados a partir da experiência de criação de OAM materializado em mídia impressa. Santos, Lima e Wives (2011) apresentaram uma proposta de metadados para descrição de um OAM usando o modelo de metadados UMBRELO (SANTOS *et al.*, 2012). Os autores abordam como os metadados são importantes para o relacionamento entre os recursos de um OA, favorecendo a coerência em um contexto específico.

O trabalho de Santos *et al.* (2011) apresenta uma análise de OAs, armazenados no AVA Moodle e desenvolvidos considerando os princípios de aprendizagem multimídia, com o foco no monitoramento de eventos.

5.5.1 Experimento inicial com OAM

Um experimento realizado por Santos, Lima e Wives (2011) numa turma de Graduação teve como objetivo a análise dos meios utilizados para estudo de um conteúdo específico. De acordo com a metodologia a turma deveria ser composta de três grupos. O primeiro grupo de alunos usando o computador com acesso à Internet, o segundo grupo de alunos usando somente o papel e o terceiro com alunos usando o papel (com QR Code) e dispositivos móveis. No entanto, não foi possível compor o terceiro grupo devido à falta de dispositivos com configuração adequada para instalação do leitor de QR Code. Dessa forma, a turma foi dividida em dois grupos:

- Grupo A – alunos usando computador e Internet
- Grupo B – alunos usando o papel

Prevenção na Web

Firewall

« Anterior | Próximo »

Firewalls são dispositivos usados para controlar o acesso a uma rede de computadores.

Uma parede contra fogo impede que um incêndio se propague. Da mesma forma um firewall (*parede contra fogo* em inglês) impede que problemas na rede externa se propaguem para a rede interna.

O vídeo abaixo foi desenvolvido pelo CGI.br. Assista ao vídeo (parte de Firewall) antes de prosseguir para o próximo cenário.

00:00

00:02

Figura 30. Tela do OAM Prevenção na Web

A Figura 30 apresenta o OAM Prevenção na Web, utilizado nos experimentos iniciais.

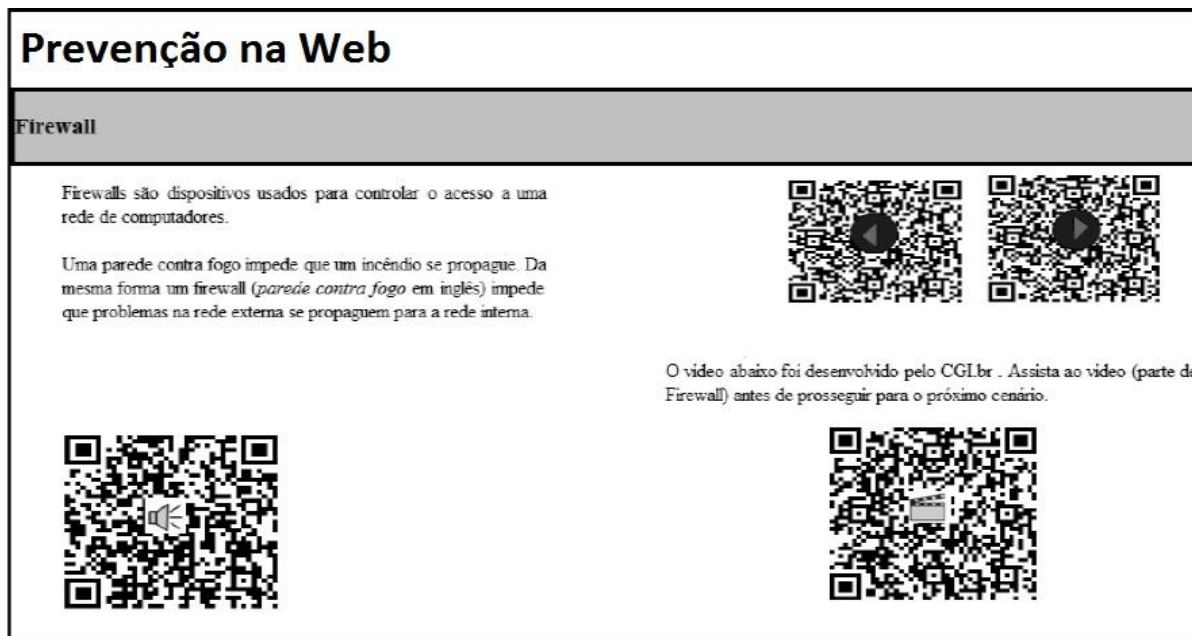


Figura 31. Tela do OAM materializado

Fonte: Santos, Lima e Wives (2011)

Conforme apresenta a Figura 31, o OAM materializado contém o mesmo conteúdo do OAM na Web com os recursos dinâmicos (vídeo, áudio, *links*) representados por QR Code.

Algumas questões referentes ao conteúdo foram incluídas no final do OAM. As questões foram elaboradas considerando apenas as informações disponíveis no papel e na *Web*, isto é, não exigiram conteúdo complementar (vídeos, áudios, animações, etc.) para respondê-las, justamente para que o resultado não fosse tendencioso. O experimento foi realizado com 10 alunos, onde cada grupo foi composto por 5 alunos. A Figura 32 apresenta os resultados da análise das respostas dos alunos.

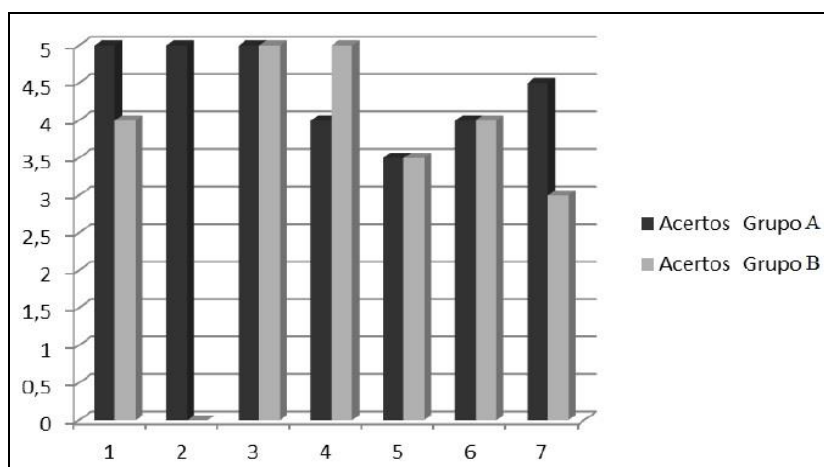


Figura 32. Número de acertos do Grupo A e Grupo B

Fonte: Santos, Lima e Wives (2011)

O questionário foi composto de sete questões. Conforme mostra o gráfico da Figura 32, na questão 1, questão 2 e questão 7, o Grupo A obteve mais acertos. Enquanto na questão 4, o Grupo B obteve mais acertos. Nas questões 3, 5 e 6 o resultado foi o mesmo. Considerando a média dos acertos de cada grupo, verificou-se que o Grupo A obteve mais acertos que o Grupo B (Figura 33).

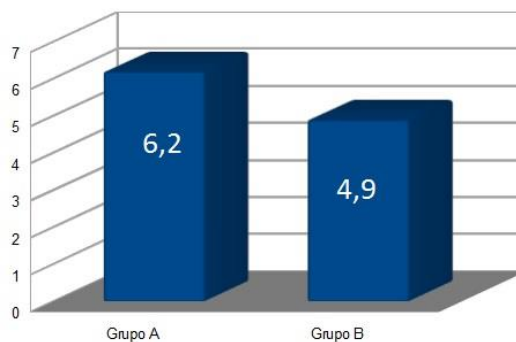


Figura 33. Comparativo entre médias de acertos dos dois grupos

Fonte: Santos, Lima e Wives (2011)

A média de acertos do Grupo A foi 6,2 enquanto a média de acertos do Grupo B foi 4,9. Vale ressaltar que, de acordo com as informações fornecidas pelos alunos, o Grupo B possuía mais conhecimento prévio sobre o conteúdo que o Grupo A.

Os alunos que responderam a pergunta sobre o uso dos recursos multimídia existentes no OAM relataram que tais recursos auxiliaram no entendimento do conteúdo. O relato de um aluno sobre o OAM: “*os recursos multimídia auxiliaram e são didáticos. E os links, igualmente, com ótimas recomendações de sites*”.

Supõe-se que a diferença de resultado entre os dois grupos esteja relacionada às possibilidades de informação (recursos complementares) do grupo A em relação ao grupo B, mesmo tais recursos não sendo determinantes para responder o questionário.

No entanto, verificou-se a necessidade de averiguar se os resultados obtidos nos grupos apresentavam uma diferença significativa. Para realizar tal verificação, i.e., avaliar se houve uma diferença significativa entre os resultados dos grupos, foram utilizados os testes de Hipótese.

Considerando amostras pequenas, *T-student* pode ser usado para verificar se o resultado foi significativo. Para mostrar que a distribuição mudou não basta verificar se a média da amostra é maior que μ , mas verificar se é significativamente maior que μ . Para isso deve-se utilizar o Teste de Hipótese da seguinte forma (BRAULE, 2001):

1. Elaborar uma hipótese sobre a população da qual a amostra foi retirada (Hipótese Nula, H_0). Ao final do teste, essa hipótese poderá ser aceita ou rejeitada em favor de uma Hipótese Alternativa, H_1 , como o exemplo:

- Hipótese Nula: a média populacional é 1,3.
- Hipótese Alternativa: a média populacional é maior que 1,3.

Abreviando ficaria da seguinte forma:

$$H_0: \mu = 1,3$$

$$H_1: \mu > 1,3$$

2. Estabelecer o nível de significância do teste, isto é, a probabilidade de rejeitar H_0 , quando H_0 é verdadeira; (geralmente são utilizados os níveis de significância de 5% e de 1%)

3. Calcular a probabilidade de \bar{x} ser maior ao valor observado.

4. Concluir que a hipótese nula é aceitável ou não. Se a probabilidade encontrada no passo 3 for maior que o nível de significância estabelecido, então H_0 não deve ser rejeitada.

A distribuição t é particularmente importante para pequenas amostras, visto que para $n \geq 30$ ela praticamente se confunde com a normal reduzida (BRAULE, 2001). O desvio padrão da população deve ser estimado pelo desvio-padrão da amostra.

Com a obtenção da média e do desvio-padrão, o teste de hipótese usando t pode ser aplicado. Nesse caso,

$$t = (\bar{X} - \mu) / S / \sqrt{n}$$

Portanto, pode-se verificar:

- Se um grupo de alunos que utiliza o OAM materializado (e dispositivo móvel) obtém o mesmo desempenho do grupo que utiliza o OAM no computador, uma vez que os recursos disponíveis são os mesmos.

Esse experimento pode ser realizado com *T-student*, da seguinte forma:

- Um grupo de alunos (grupo A) utiliza o material impresso com QR Code, enquanto o outro grupo de alunos (grupo B) utiliza o material no computador (*Web*);

- Aplicar o *t-student*:

- Realizar comparações entre os dois grupos.
- Através do teste de hipótese verificar se o resultado é significativo.

Dessa forma, pretende-se verificar se existe alguma diferença significativa em relação ao resultado dos dois grupos.

Retornando à análise de desempenho dos grupos A e B (Figura 32), a região de rejeição ($\alpha = 5\%$) compreende os valores de t que estejam acima de 2,77 ou abaixo de -2,77. Considerando hipótese nula e alternativa:

$$H_0: \mu = 6,2$$

$$H_1: \mu \neq 6,2$$

O t observado foi de 0,33, e está, portanto, fora da região de rejeição. Então, não se pode rejeitar a hipótese nula ao nível de 5% de significância. Ou seja, a diferença não foi significativa.

Analisando as possibilidades de interatividade do OAM Prevenção na Web, disponibilizado no AVA, o aluno pode:

- Dialogar. Através dos *links* disponíveis no OAM, o aluno pode obter *feedback* verbal e não verbal, informações ou dicas sobre o conteúdo. Por exemplo: na página 4 do OAM Prevenção o aluno pode ter acesso (através de QR Code) ao fórum no *Moodle* sobre o assunto apresentado na página;
- Controlar. O OAM possui recursos de navegação permitindo alternar entre os diferentes contextos (navegação entre tópicos e páginas), controlar animação, áudio e vídeo (avançar, retornar, pausar, etc.);
- Manipular. O OAM Grandezas permite movimentação de objetos (pesos) para resolução de problemas. O aluno pode escolher uma opção (ou QR Code) que considera correta, visualizar a animação e o resultado. Dessa forma, o aluno pode analisar, fazer anotações e depois verificar a resposta com a simulação no OAM. No OAM Prevenção na Web é possível manipular a animação;
- Pesquisar. Nos OAM o aluno pode buscar por informações adicionais na Web, assim como responder os questionários. No OAM materializado, cada questão possui um QR Code correspondente permitindo acesso direto à questão;

- Navegar. O aluno pode utilizar os recursos de navegação, os quais também são representados por QR Code. Dessa forma, o aluno pode navegar entre páginas do OAM materializado, usando o QR Code.

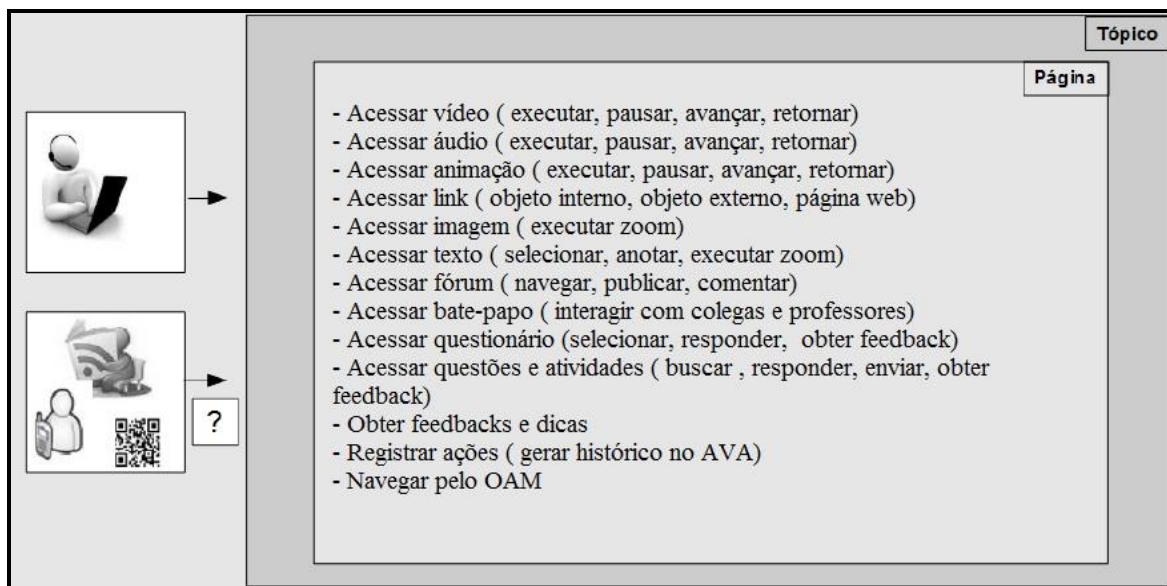


Figura 34: Tipos de interação no OAM Prevenção

Dessa forma, compreendeu-se oportuno investigar se a proposta de integração de códigos 2D, mídia impressa e dispositivo móvel possibilita a interatividade equivalente à proporcionada pelo computador.

5.5.2 Metadados e regras para OAM

Entende-se que a criação do OAM seguindo a proposta de integração de tecnologias para promover mobilidade, interatividade e ubiquidade requer um modelo com regras para representação dos recursos em diferentes meios, i.é., na web, mídia impressa e dispositivos móveis.

O OAM “Prevenção na Web” possui a seguinte estrutura (Figura 35):

- É composto de tópicos;
- Cada tópico possui uma ou mais páginas;

- Cada página possui recursos, tais como: texto, vídeo, áudio, animação, *link* para conteúdo extra, botões de ação e navegação, etc.

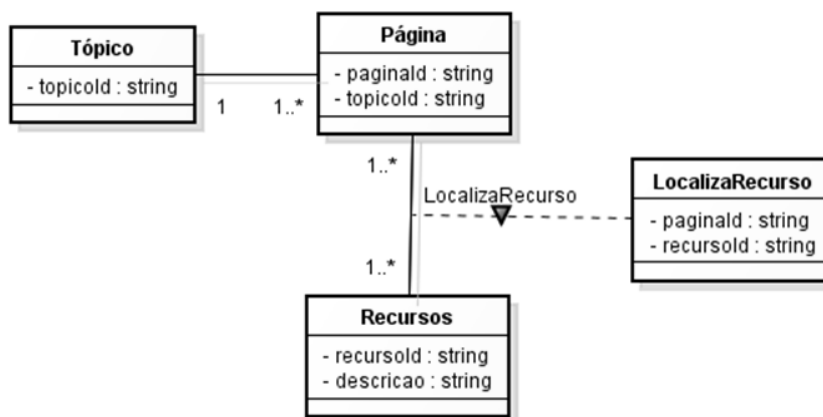


Figura 35. Modelo de conteúdo do OAM “Prevenção na Web”

De acordo com o modelo de conteúdo especificado na Figura 35, o OAM é composto por tópicos e cada tópico contém um contexto. Um tópico possui uma ou mais páginas e cada página possui diversos recursos/componentes (texto, imagem, vídeo, etc.). A navegação é do tipo composta, uma vez que o usuário pode navegar livremente entre tópicos, mas a navegação entre páginas de um mesmo tópico é linear.

Dessa forma, a descrição de cada recurso de acordo com o contexto no qual ele está inserido pode possibilitar a elaboração de outros conteúdos preservando uma coerência. Nesse caso, poderia ser aprimorado para atender ao princípio da coerência da Aprendizagem Multimídia de Mayer (2005).

Na análise de metadados do padrão OBAA verificou-se que o padrão possui metadados de segmentação. Em relação à segmentação, Vicari *et al.* (2010) relatam que um segmento é um fragmento contínuo de um objeto e um segmento particular pode pertencer a um único programa, mas pode ser membro de vários grupos de segmentos. O padrão utiliza metadados, com base no TV-Anytime (TVA, 2003), sugerindo a inclusão dos metadados de segmentação

definidos pelo padrão MPEG-7, que compõem o *SegmentInformationTable* (VICARI *et al.*, 2010), e essa categoria proposta pelo OBAA contém: identificadores, título, descrição, palavras-chave, tipo de segmento (documento texto, hiperdocumento, arquivo multimídia ou outros) e a indicação do início e fim do segmento no OA. Analisando a descrição do OAM 'Prevenção na Web' de acordo com os metadados de segmentação, usando *segments* em *SegmentGroupInformation*, a descrição de páginas do OAM teria a estrutura:

```
<SegmentList>
  <SegmentInformation>
    < Identifier> PAG14 < /Identifier>
    < Title>Firewall</Title>
    < Description>Definição de firewall </Description>
    < keyword> proteção< /keyword>
    <SegmentMediaType>html </SegmentMediaType>
    <Start>14</Start> // page_id
    <End> 15 </End> //page_id
  </SegmentInformation>
</SegmentList>
<SegmentList>
  <SegmentInformation>
    < Identifier>PAG15 </Identifier>
    <Title>Firewall</Title>
    <Description>Apresenta processo de firewall </Description>
    < keyword> processo< /keyword>
    < keyword> regras</keyword>
    <SegmentMediaType> html </SegmentMediaType>
    <Start> 15</Start> //page_id
    <End> 16 </End> //page_id
```

```

    </SegmentInformation>
</SegmentList>

```

A descrição de um tópico do OAM teria a estrutura:

```

<SegmentGroupList>
  <SegmentGroupInformation>
    <Identifier> Grupos de páginas do tópico 1 </Identifier>
    <GroupType> themeGroup </GroupType>
    <Title>Formas de prevenção </Title>
    <Description> Apresentação do OAM </Description>
    <Keyword>firewall</Keyword>
    <Keyword> filtros</Keyword>
    <Keyword> privacidade</Keyword>
    <Keyword> educação</Keyword>
    <Keyword>antivírus</Keyword>
    <Segments> { descrevendo as páginas referente ao tópico}
      <Identifier>PAG14</Identifier>
      <Identifier>PAG15</Identifier>
    </Segments>
  </SegmentGroupInformation>
</SegmentGroupList>

```

Mas, além de associar as páginas a um tópico, é importante realizar a associação entre os diversos recursos (texto, imagem, vídeo, etc.) e a página correspondente. A partir da proposta de metadados de segmentação presentes no OBAA, foi analisado o uso do metadado *groups*, além do *segments*, do padrão TV-Anytime (que utiliza o padrão MPEG-7), com o objetivo de agrupar alguns segmentos para descrever os recursos (texto, imagem, vídeo, etc.), associando-os a uma página e tópico. Com o uso do metadado *Groups*

`<SegmentGroupInformation> <groups> </groups> </SegmentGroupInformation>`), os *segments* não descreveriam mais as páginas (como no exemplo de descrição anterior) e sim os recursos. Nesse caso, teríamos um *SegmentGroupInformation* para descrever um página contendo os segmentos que seriam os recursos (texto, áudio, etc.). Depois, esse *SegmentGroupInformation* (de páginas) seria um subgrupo do *SegmentGroupInformation* referente ao Tópico. Com isso, verifica-se que o metadado *Groups* pode permitir a associação de recursos do OAM a um contexto específico. Comparando a estrutura do OAM “Prevenção na Web” com a estrutura de um OAM no modelo UMBRELO (SANTOS *et al.*, 2012), um tópico é similar a uma Cena, uma página é similar a um cenário e os recursos similares aos elementos. O OAM ‘Prevenção na Web’ possibilita a navegação por tópicos (contextos) além da navegação linear entre páginas. A Figura 30 apresenta um ‘tópico’ que possui uma ‘página’, que contém diferentes ‘recursos’, tais como textos (título/texto explicativo/informação extra), imagens (com legenda), numeração (identificação da página), vídeo, áudio, animação. Dessa forma, o modelo UMBRELO poderia ser utilizado para descrever um tópico, uma página e todos os recursos (imagem, texto, animação, etc.). O modelo UMBRELO fornece os metadados para descrição de OAs, seus elementos e relações, guardando todos os elementos para reutilização (SANTOS *et al.*, 2012). Vale ressaltar que a elaboração de conteúdos fragmentados usando metadados facilita a busca por recursos tais como vídeo, animação, exercício, etc. e favorece o reuso, pois podem ser utilizados em outros contextos.

O modelo UMBRELO, conforme descrito no capítulo 4, é formado por metadados do padrão LOM e metadados de conteúdo (SANTOS *et al.*, 2012). Considerando a materialização de OAM proposta nesta tese, os metadados do modelo UMBRELO podem ser utilizados na descrição dos recursos de um OAM e, com base na descrição e em regras de adaptação multimodal, o OAM pode ser materializado em mídia impressa, além de visualizado por computadores e dispositivos móveis. Alguns exemplos de adequação dos conteúdos são listados a seguir, no Quadro 8.

Quadro 8. Adequação de conteúdos de acordo com o meio

Atributos	Mídia impressa	Computador	Dispositivo Móvel
Tópico			
Formato	Folha(s)	Tela(s) - Html	Tela(s) - Html
Página			
Formato	Folha	Tela - Html	Tela - Html
Fundo	Claro	Claro	Claro
Texto			
Cor	Escuro	Escuro	Escuro
Fonte	Times New Roman * com serifa	Arial *sem serifa	Arial *sem serifa
Video *			
Formato	QR Code	IE: mp4 Chrome: mp4, webm, ogg Firefox: webm, ogg Safari: mp4 Opera: webm, ogg <u>Fonte: W3C</u>	3gp
Audio *			
Formato	QR Code	IE: Mp3 Chrome: Mp3, Wav, Ogg Firefox: Wav, Ogg Safari: Mp3, Wav Opera: Wav, Ogg <u>Fonte: W3C</u>	Mp3
Imagem			
Formato	PNG ou QR Code	PNG	PNG

Botões			
Formato	QR Code	<i>Link</i>	<i>Link</i>
Links			
Formato	QR Code	<i>Link</i>	<i>Link</i>
Questionário			
Formato	Texto/QR Code	Html	Html
Múltipla escolha	Texto/QR Code Questões=texto; Alternativas =QR Code	Html	Html
Verdadeiro/falso	Texto/QR Code Questões=texto; Alternativas =QR Code	Html	Html
Atividades <i>HotPotatoes</i>	Texto/QR Code Questões=texto; Respostas/ Alternativas =QR Code	Html	Html

Na composição de metadados para o modelo M-ROAMIN, estendido do modelo UMBRELO, alguns metadados foram incluídos como recursos (resources⁸), sendo eles:

- Vídeo – O recurso vídeo representa todos os recursos de vídeo incluindo formato, tempo de execução, caminho.
- Áudio – O recurso áudio representa todos os recursos de áudio incluindo formato, tempo de execução, caminho.
- Links - o recurso links representa os links existentes no OAM para páginas, conteúdos complementares, etc.
- Questionário – o recurso Questionário pode representar vários tipos de atividades, tais como: Múltipla escolha, verdadeiro/falso, discursivas, etc.

⁸Correspondente ao termo *Contents*.

- Referências – Além de créditos, o OAM pode apresentar referências bibliográficas. Nesse caso, foram incluídos metadados relacionados às referências disponíveis no OAM.

No modelo UMBRELO, as cenas comuns ao OA são compostas por alguns recursos específicos. Em virtude da possibilidade de inclusão de outros recursos nas cenas comuns, criou-se o relacionamento entre cenas comuns e recursos para possibilitar a materialização de recursos em cenas comuns do OAM.

Os metadados do modelo encontram-se disponíveis no Apêndice A representados pelo diagrama de classes e detalhados no formato XML. Os metadados descrevem o OAM digital e o OAM materializado. Os metadados do modelo descrevem o OAM considerando os formatos para computador, mídia impressa e dispositivos móveis.

5.6. Resultados de experimentos preliminares

Em 2012, o OAM Prevenção na Web foi aplicado em três turmas de Graduação de curso presencial, porém as aulas foram realizadas a distância usando diferentes meios para acesso ao OAM.

Nos experimentos, três aspectos foram observados:

- Pesquisa sobre a utilização da mídia impressa para validar os dados obtidos anteriormente;
- Questionário para verificar a interatividade do OAM de acordo com os meios utilizados;
- Questionário referente ao conteúdo do OAM a fim de verificar o desempenho dos alunos;

5.6.1. Pesquisa geral sobre mídia impressa

Na pesquisa realizada em 2012 sobre os meios utilizados para estudo, cinquenta e nove alunos de **três turmas** responderam o questionário. Dessa forma, os dados apresentados nesta seção são referentes às informações obtidas nas três turmas.

Em relação à impressão de material para estudo, 39% dos alunos disseram que não costumam imprimir, 24% disseram que costumam imprimir e 37% imprimem em algumas ocasiões, conforme mostra o gráfico da Figura 36. Somando as respostas “sim” e “as vezes”, o percentual de alunos que costumam imprimir é maior que o número de alunos que não costumam imprimir.

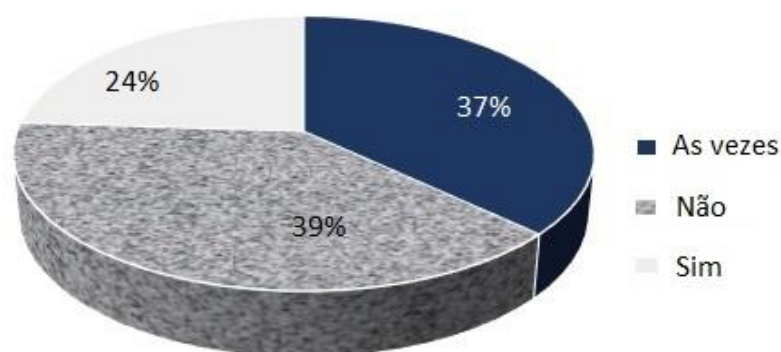


Figura 36. Resultado sobre a impressão de conteúdos para estudo

Quando questionados sobre a importância do vídeo e do áudio para a aprendizagem, 81% dos alunos consideram recursos importantes, enquanto 10% responderam não, conforme apresenta a Figura 37.

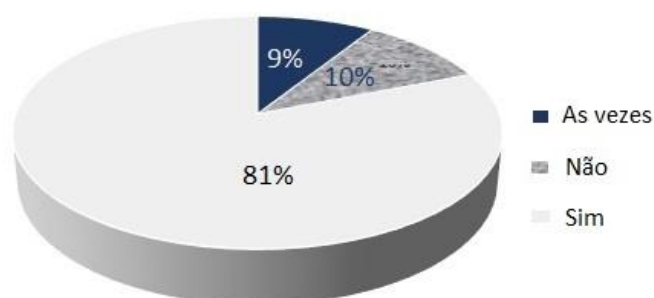


Figura 37. Importância de áudio e vídeo na aprendizagem

Sobre o acesso aos conteúdos educacionais através de dispositivos móveis, 80% dos alunos informaram a necessidade de elaboração de conteúdos adaptados para uso em dispositivos, enquanto 15 % discordaram (Figura 38).

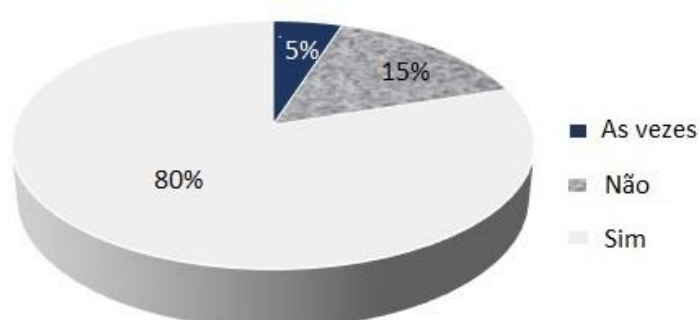


Figura 38. Necessidade de elaboração de conteúdo adaptados para dispositivos móveis

Em relação à ausência de recursos interativos na mídia impressa, 30% dos alunos sentem falta dos recursos, 43% em algumas ocasiões e 27% não sentem falta (Figura 39).

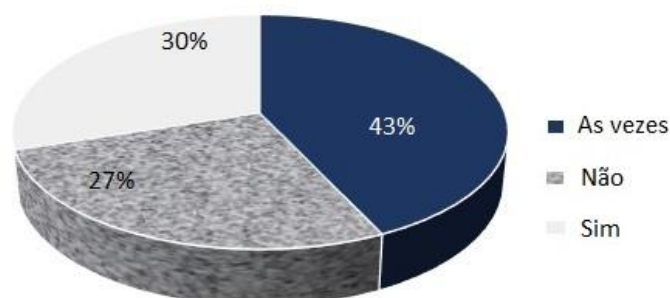


Figura 39. Sentem falta de recursos interativos ao utilizar a mídia impressa

Observou-se que os resultados obtidos em cada turma fornecem dados divergentes. Dessa forma, as próximas seções apresentam os resultados específicos de cada turma.

5.6.1.1 Pesquisa sobre mídia impressa – Turma 1

Ao serem questionados sobre o hábito de imprimir um material para estudo, 36% dos alunos da **turma 1** informaram que costumam imprimir, 32% costumam imprimir em algumas ocasiões e 32% não costumam imprimir (Figura 40). Pode-se concluir que a maioria dos alunos dessa turma costuma imprimir o conteúdo para estudo.

Dentre os motivos apresentados pelos alunos para uso da mídia impressa, alguns são:

- ‘É melhor para manusear o material’;
- ‘Não ser obrigado a ficar diante do computador e poder me acomodar em lugar mais confortável’;
- ‘Algumas vezes prefiro ter o conteúdo em papel, pois facilita minha leitura e porque gosto de fazer anotações no próprio material’;
- ‘Normalmente eu faço um resumo com os principais tópicos e imprimo para ter acesso mais facilmente em qualquer lugar’;
- ‘Apesar de estudar pelo computador costumo imprimir os materiais, pois para fazer anotações/observações é mais fácil e prático’;

- ‘Gosto de riscar, sublinhar, fazer observações’;
- ‘Para poder fazer anotações importantes em qualquer local’.

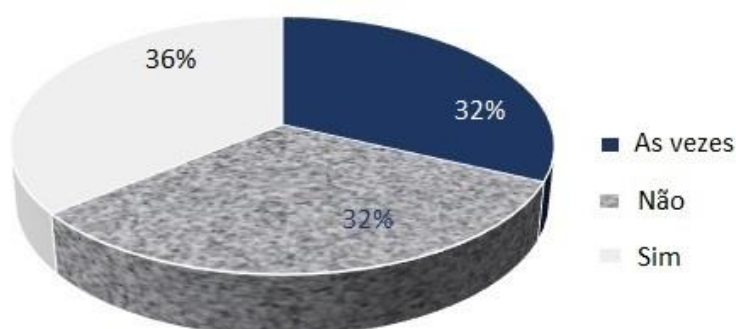


Figura 40. Resultado sobre impressão de material para estudo – turma 1

Em relação à ausência de recursos interativos na mídia impressa, 36% dos alunos sentem falta desses recursos, 35% sentem em algumas ocasiões e 29% não sentem falta. Sobre a utilização de vídeos, áudios e animações como conteúdo educacional, 80% dos alunos informaram que são importantes, enquanto 16% discordaram e 4% informaram “em algumas ocasiões”.

Quanto à elaboração de conteúdo adaptado para dispositivos móveis, 76% dos alunos indicaram a importância da adaptação do conteúdo, enquanto 20% discordaram e 4% informaram “as vezes”.

5.6.1.2 Pesquisa sobre mídia impressa – Turma 2

Em relação à impressão do conteúdo para estudo, 15% dos alunos da **turma 2** informaram que imprimem o conteúdo, 39% em algumas ocasiões e 46% responderam não (Figura 41).

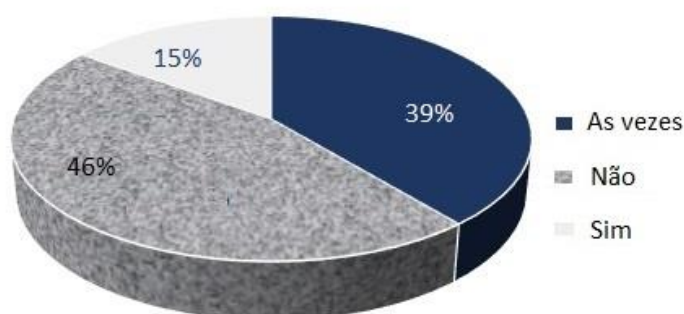


Figura 41. Resultado sobre impressão de material para estudo – turma 2

Alguns motivos para impressão do material:

- “Enquanto estiver em trânsito (ônibus) aproveito para estudar.”;
- “Ler no papel é mais fácil que na tela, parece ser mais fácil absorver o conteúdo.”;
- “Prefiro material físico, meus olhos ardem quando fixo muito no computador.”;
- “Para poder anotar e levar comigo.”;
- “Conforto e o papel me deixam mais focado naquilo que estou fazendo.”

Em relação ao uso da mídia impressa, 31% dos alunos informaram que sentem falta de recursos interativos ao utilizá-la, 46% sentem falta em algumas ocasiões e 23% não sentem falta. Quanto à utilização de vídeo, áudio e animação como conteúdo educacional, 85% dos alunos informaram que são recursos importantes, enquanto 15% consideram os recursos importantes em algumas ocasiões.

Em relação à adaptação de conteúdos para visualização em dispositivos móveis, 77% dos alunos confirmaram a importância de adaptação do conteúdo, enquanto 15% discordaram.

5.6.1.3 Pesquisa sobre mídia impressa – Turma 3

Na **turma 3**, quando questionados sobre o uso da mídia impressa para estudo, 5% dos alunos informaram que costumam imprimir, 52% informaram que imprimem em algumas ocasiões e 43% não imprimem (Figura 42).

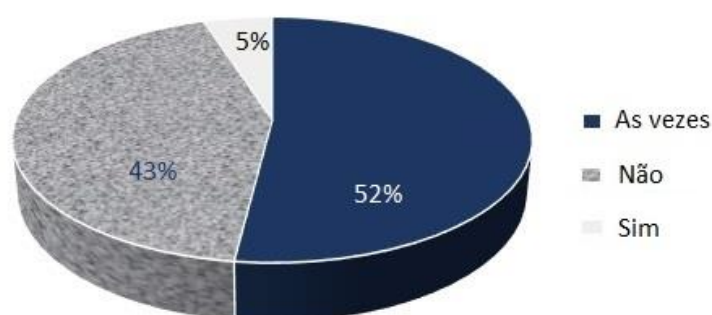


Figura 42. Resultado sobre impressão de material para estudo – turma 3

Alguns motivos para impressão do material segundo os relatos dos alunos:

- “Ler onde não é possível levar o computador.”
- “Poder ler sem precisar de acesso *on-line*.”
- “Acho mais confortável ler no papel do que no computador.”
- “Criar resumos, resolver lista de exercícios, poder transportar o conteúdo.”
- “Ler no computador é muito cansativo. No papel pode-se fazer anotações (mais facilmente).”
- “É mais confortável ler no papel por ser possível ler em qualquer lugar.”

Em relação ao uso da mídia impressa, 19% dos alunos informaram que sentem falta de recursos interativos ao utilizá-la para estudo, 43% sentem falta em algumas ocasiões e 29% não sentem falta.

Quanto à utilização de vídeo, áudio e animação como conteúdo educacional, 80% dos alunos informaram que são recursos importantes, 10%

indicaram a importância em algumas ocasiões e 10% não acham importantes. Em relação à adaptação de conteúdos para visualização pelos dispositivos móveis, 85% dos alunos confirmaram a relevância da adaptação do conteúdo, enquanto 5% sinalizaram a importância em algumas situações e 10% não consideraram relevante.

Os resultados gerais e específicos de cada turma evidenciam que a maioria, incluindo os que responderam “sim” e “às vezes”, costuma imprimir o conteúdo para estudar. E, ao mesmo tempo, a maioria sente falta dos recursos interativos, em algumas situações, ao utilizar a mídia impressa. Dessa forma, pode-se justificar a necessidade de propostas voltadas para a integração de tecnologias, proporcionando maiores possibilidades e alternativas de estudo, conforme abordado nessa tese.

5.6.2 Análise de interatividade

No experimento realizado com o OAM Prevenção na Web, vinte e seis alunos exploraram o OAM e responderam o questionário de interatividade. Desse total, dezenove utilizaram o computador e sete utilizaram a mídia impressa com QR Code (OAM materializado).

O questionário foi elaborado usando a escala *Likert*⁹ de cinco pontos, com os respectivos valores (Tabela 5):

Tabela 5. Pontos da escala utilizada

Opção	Valores
S (sim)	1,00
P+ (Parcialmente com poucas restrições)	0,75
Parcialmente	0,50
P- (Parcialmente com muitas)	0,25

⁹ Escala *Likert*- é uma escala psicométrica comumente utilizada em questionários para medir o grau de acordo ou desacordo em uma declaração.

restrições)	
N (não)	0,00

O gráfico da Figura 43 apresenta os resultados de cada grupo.

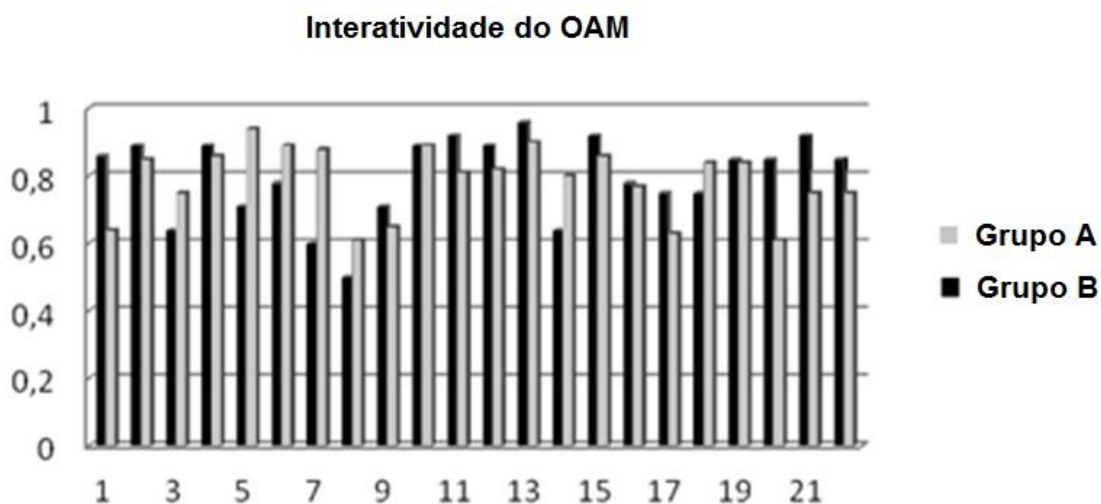


Figura 43. Interatividade do OAM segundo a percepção dos alunos

O questionário foi composto de 22 questões afirmativas. Abaixo são apresentadas as questões e os resultados da interatividade do OAM, obtidos pela avaliação dos dois grupos:

- Item 1- O OAM fornece *feedback* das questões respondidas. De acordo com as respostas dos alunos do grupo B (mídia impressa com QR Code e dispositivo) o OAM forneceu *feedback* das questões respondidas.
- Item 2 - O recurso utilizado para acesso permite entender o conteúdo abordado pelo OAM. O acesso pela mídia impressa com QR Code e dispositivo (Grupo B) obteve o melhor resultado. Os recursos dinâmicos, os quais são acessados pelo dispositivo e computador, foram considerados importantes para o entendimento do conteúdo.
- Item 3 - O OAM permite acesso e realização das questões e atividades. O acesso pelo computador (Grupo A), que permite visualizar e responder as questões de diferentes tipos, obteve o melhor resultado. O acesso

pela mídia impressa com QR Code e dispositivo móvel (grupo B) permite visualizar as questões e respondê-las, mas alguns alunos apontaram dificuldades em responder questões discursivas no dispositivo.

- Item 4 - É possível obter informações adicionais usando as referências (*links*) no OAM. O acesso pela mídia impressa com QR Code e dispositivo (grupo B) apresentou o melhor resultado. Na mídia impressa o QR Code, ao ser decodificado pelo dispositivo, pode direcionar automaticamente para o conteúdo.

- Item 5 - É possível controlar (iniciar, pausar, retornar, etc.) recursos do OAM. O acesso pelo computador (grupo A) apresentou o melhor resultado.

- Item 6 - O OAM permite a navegação entre os tópicos e páginas. A navegação entre tópicos e páginas através do computador (grupo A) apresentou o melhor resultado.

- Item 7 - O OAM oferece controle de mudança de conteúdo (tópicos). O controle do conteúdo executado pelo computador (grupo A) apresentou melhor resultado.

- Item 8 - O OAM permite manipulação usando recursos como *zoom* e movimentação de objetos. A manipulação de objetos com o computador (grupo A) apresentou melhor resultado.

- Item 9 - O OAM oferece opções de busca para informações adicionais ao conteúdo. Nas atividades para busca de informações adicionais, o acesso pela mídia impressa com QR Code e dispositivo (grupo B) obteve o melhor resultado.

- Item 10 - O OAM permite navegar em páginas da Internet permitindo acessar outras informações. Nesse item, ambos alcançaram o mesmo resultado.

- Item 11 - O OAM permite o desenvolvimento de exercícios ao longo do conteúdo. O acesso pela mídia impressa com QR Code e dispositivo (grupo B) obteve o melhor resultado.

- Item 12 - O OAM oferece diferentes tipos de atividades. O acesso pela mídia impressa com QR Code e dispositivo (grupo B) obteve o melhor resultado.

- Item 13 - O OAM utiliza uma linguagem simples que permite o fácil entendimento do conteúdo. O acesso pela mídia impressa com QR Code e dispositivo (grupo B) obteve o melhor resultado.
- Item 14 - O OAM é fácil de manipular. Em relação à manipulação do OAM, o grupo A apresentou o melhor resultado.
- Item 15 - O OAM sinaliza o conteúdo (tópico) durante a navegação. Em relação à sinalização da navegação o acesso pela mídia impressa com QR Code e dispositivo (grupo B) apresentou o melhor resultado.
- Item 16 - A localização dos menus e botões de navegação facilita a interatividade. Os resultados foram aproximados, porém a utilização pela mídia impressa com QR Code e dispositivo (grupo B) apresentou melhor resultado.
- Item 17 - As atividades do OAM facilitam a interação (fórum, *wiki*, etc.) com outros participantes do curso. O acesso pela mídia impressa com QR Code e dispositivo (grupo B) apresentou o melhor resultado.
- Item 18 - Os recursos utilizados para navegação são intuitivos. As respostas dos alunos que utilizaram o computador (grupo A) apresentaram um melhor resultado.
- Item 19 - Os recursos do OAM são úteis para facilitar o entendimento do conteúdo. Os resultados dos dois grupos foram aproximados, mas o grupo B apresentou o melhor resultado.
- Item 20 - Os recursos de áudio do OAM foram utilizados. Quanto à utilização do áudio o grupo B apresentou o melhor resultado.
- Item 21 - Os vídeos existentes facilitam o entendimento do conteúdo abordado no OAM. Quanto à utilização do vídeo as respostas do grupo B apresentaram o melhor resultado.
- Item 22 - O OAM permite a interatividade. Em relação à interatividade do OAM, de forma geral, as respostas do grupo B apresentaram o melhor resultado.

Alguns relatos dos alunos indicaram a interatividade e a importância do conteúdo abordado pelo OAM, tais como:

- “O OA abordou um tema muito importante que é a segurança na internet. Muitas vezes podemos ser vítimas de ataques sem perceber, temos senhas de banco roubadas ou programas maliciosos em nossos computadores. Tendo isto em vista, o OA abordou formas de nos protegermos e também um pouco de teoria envolvendo a segurança na internet. Tendo em vista que sua forma era multimodal, no meu ponto de vista torna o aprendizado mais fácil, pois estamos recebendo estimulações visuais e auditivas para termos uma maior assimilação do conteúdo.”

- “O OA apresentado é bastante rico em conteúdos e engloba diversos assuntos sobre os riscos que estamos expostos no uso da internet: vírus, *spywares*, *trojans*, *spam*, etc. e também as diversas maneiras que podemos nos prevenir desses riscos utilizando *firewalls*, antivírus, filtros de *spam* entre outros.”

Das 22 questões do questionário sobre a interatividade do OAM, o acesso e uso pela mídia impressa com QR Code e dispositivo apresentou melhor resultado em quatorze questões, enquanto o uso pelo computador apresentou o melhor resultado em sete questões. Além disso, ocorreram resultados aproximados em duas questões e resultados iguais em uma questão.

5.6.3. Análise de desempenho

Além do questionário de interatividade, os alunos responderam um questionário, composto de sete questões, sobre o conteúdo abordado pelo OAM. Para verificar se houve alguma diferença significativa entre os grupos A e B ao utilizarem meios diferentes para acesso ao material de estudo (OAM), os resultados foram tabulados e verificou-se a média de cada grupo, bem como o desvio padrão. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o grupo A (computador) obteve uma média maior que o grupo B (mídia impressa com QR Code e dispositivo). Mas vale ressaltar a relevância de verificar se a diferença existente entre os dois grupos representa uma diferença significativa. Dessa forma, essa verificação foi realizada e é descrita a seguir.

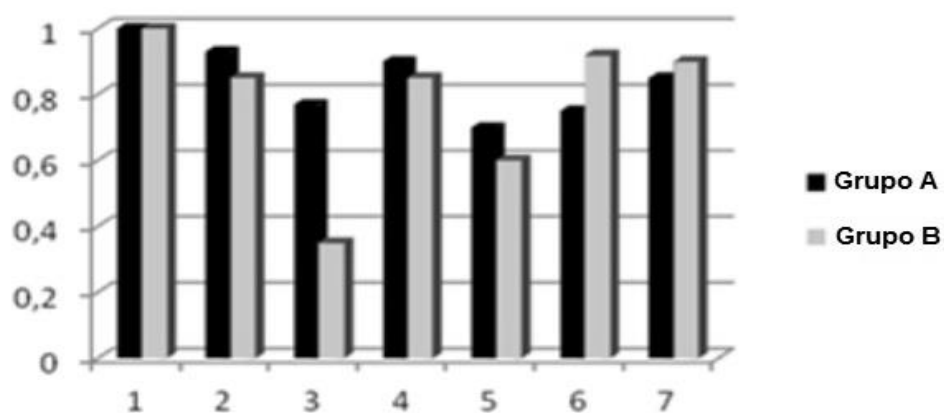


Figura 44. Resultados do questionário de desempenho – Grupos A e B

Observa-se na Figura 44 que:

- Na questão 1, os grupos obtiveram o mesmo resultado.
- Nas questões 2, 3, 4 e 5 o grupo A obteve o melhor resultado.
- Nas questões 6 e 7 o grupo B obteve o melhor resultado.

Tabela 6. Média do grupo nas respectivas questões

Grupos	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Questão 6	Questão 7	Total
Média de acertos do Grupo A	10	9,3	7,7	9	7	7,5	8,5	8,5
Média de acertos do Grupo B	10	8,5	3,5	8,5	6	9,2	9	7,8

O grupo A obteve média igual a 8,5 e o grupo B obteve média igual a 7,8. Dessa forma, utilizou-se o teste de hipóteses usando o *T-student* (amostras pequenas) para verificar se a diferença foi significativa.

Utilizando a hipótese:

$$H_0: \mu = 85$$

$$H_1: \mu \neq 85$$

Nesse caso, a hipótese alternativa deve contemplar a possibilidade de a média de desempenho do grupo B ser maior ou menor do que a média do grupo A. A região de rejeição, considerando $\alpha=5\%$ compreende os valores de t que se encontram acima de 2,064 ou abaixo de -2,064. Ao calcular o valor de t foi encontrado o valor = -1,3. Considerando a região de rejeição, o valor -1,3 está fora da região e por isso não se pode rejeitar H_0 ao nível de 5% de significância. Portanto, as médias entre os grupos A e B não são significativamente diferentes.

Em virtude desse resultado algumas modificações foram realizadas no modelo (capítulo 6) visando a melhoria do OAM materializado, inclusive a criação de aplicativos, para uso pelos alunos. Além disso, outros testes foram realizados no intuito de verificar se o conteúdo no formato impresso seguindo a proposta apresentada pode ser utilizado como apoio ao ensino, de forma a complementar outros meios, tais como o computador e dispositivos móveis.

O próximo capítulo (Capítulo 6) apresenta o modelo M-ROAMIN com alterações resultantes da análise e experimentos realizados neste capítulo.

6. M-ROAMIN – AMPLIAÇÃO E RESULTADOS

A metodologia, descrita no capítulo 5, apresenta duas etapas. A primeira etapa foi apresentada no capítulo 5 e a segunda etapa é contemplada nesse capítulo com o refinamento do modelo, aplicação e análise dos dados, incluindo uma abordagem quantitativa com utilização de questionários e questões semiabertas. Para complementar a pesquisa foram coletados alguns relatos dos alunos em relação ao uso do modelo utilizado.

Os experimentos preliminares apresentados no capítulo 5 colaboraram para o aperfeiçoamento do modelo e projeto de testes, descrito neste capítulo, no que tange:

- Análise da interface do OAM materializado através de *feedback* dos alunos;
- Necessidade de comparar o desempenho dos alunos usando a mídia impressa e o modelo proposto;
- Elaboração e testes do registro de ações no OAM materializado quando o usuário não estiver conectado (*on-line*);
- Análise da interatividade considerando os meios para acesso ao conteúdo;
- Implementação e teste da materialização do OAM ou parte dele através de uma aplicação integrada ao *Moodle*;
- Aperfeiçoamento do modelo para realização de ações com QR Code de maneira *off-line* e análise dos resultados;
- Elaboração do processo de materialização de OAM com as regras estabelecidas, a fim de facilitar o processo de criação de OAM pelos professores.

6.1. Refinamento do modelo

A partir dos resultados obtidos nos estudos exploratórios e preliminares (capítulo 5) foram realizadas alterações no modelo incluindo melhorias no OAM e no processo de materialização e utilização do conteúdo. A Figura 45 apresenta o processo inicial que envolvia a criação de OAM, armazenamento e registro das atividades (somente no AVA). Esse processo não contemplava o armazenamento de informações (*off-line*) no dispositivo para posterior atualização no AVA, conforme apresenta o processo atual (Figura 46).

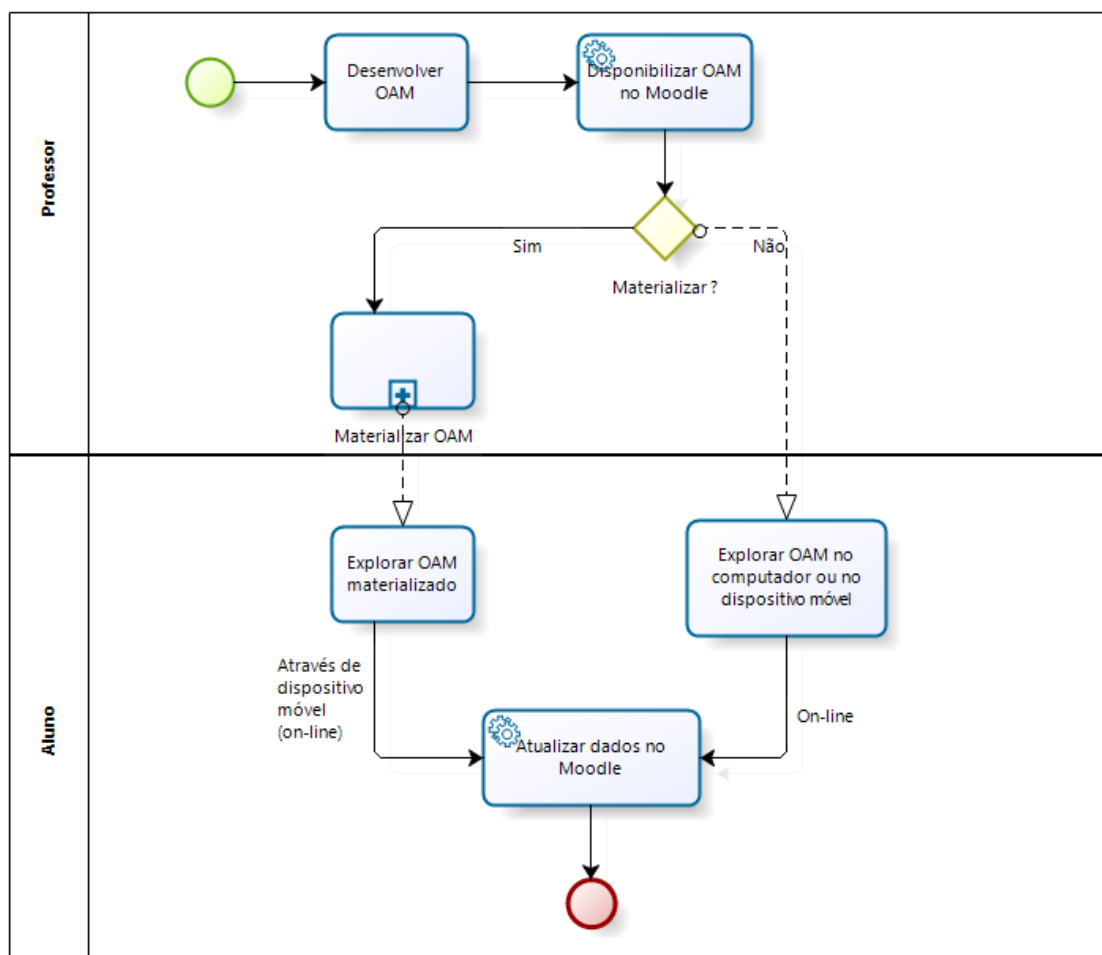


Figura 45. Processo inicial

O processo utilizado nos experimentos preliminares (Figura 45), representado através da ferramenta *Bizagi*¹⁰, foi expandido com o objetivo de facilitar o processo de materialização e utilização (*off-line* e *on-line*) do OAM, conforme apresenta a Figura 46.

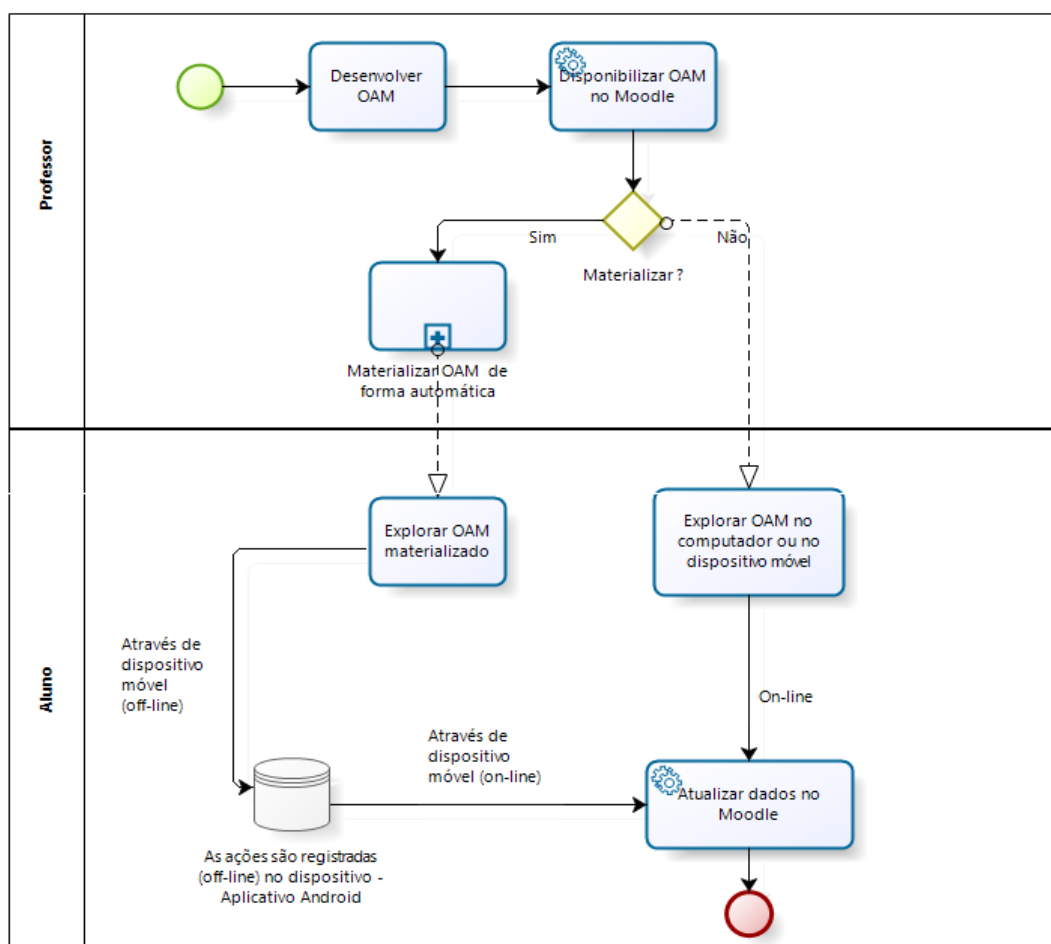


Figura 46. Processo refinado

Conforme apresenta o processo (Figura 46), o objetivo é permitir a materialização de todo o OAM através de regras que indiquem os recursos a serem representados pelos códigos 2D, nesse caso QR Code, de acordo com o formato adequado ao meio utilizado para acesso. Nesse processo, apresentado

¹⁰ Ferramenta para modelagem de processos: <http://www.bizagi.com/>.

na Figura 46, a inclusão de aplicações permitiu a materialização automática e a possibilidade de registro (*off-line*) de ações no dispositivo móvel.

As referidas regras (Apêndice B) visam facilitar a adequação do conteúdo, descrito pelo modelo estendido do modelo UMBRELO, ao meio utilizado. A Figura 47 apresenta a arquitetura correspondente ao processo da Figura 46.

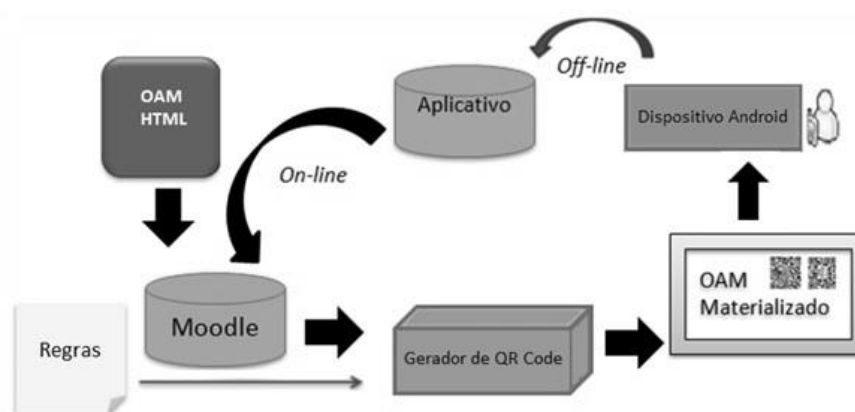


Figura 47. Arquitetura do modelo proposto

Conforme a arquitetura proposta (Figura 47), o OAM desenvolvido em HTML é armazenado no Moodle. Uma aplicação permite a materialização do OAM em mídia impressa com recursos de tecnologia 2D. O aluno pode utilizar o OAM na mídia impressa e explorar, com apoio de um dispositivo móvel, os recursos dinâmicos tais como vídeo, áudio, animação, exercícios a partir do QR Code. No caso de questionários, o aluno pode responder o questionário usando os QR Code da mídia impressa, armazenando os dados no dispositivo para posterior atualização no Moodle.

Além do elemento questionário, o OAM é composto de outros elementos tais como texto, vídeo, áudio, etc. O professor poderá seguir as regras descritas no processo (Figura 48), para materializar todos os recursos de um OAM, uma vez que a aplicação criada para materialização atende inicialmente aos recursos questionários. Vale ressaltar que o questionário também deve ser materializado

conforme o processo inicial (Figura 45), uma vez que alguns alunos possuem dispositivo móvel porém com sistema diferente do Android.

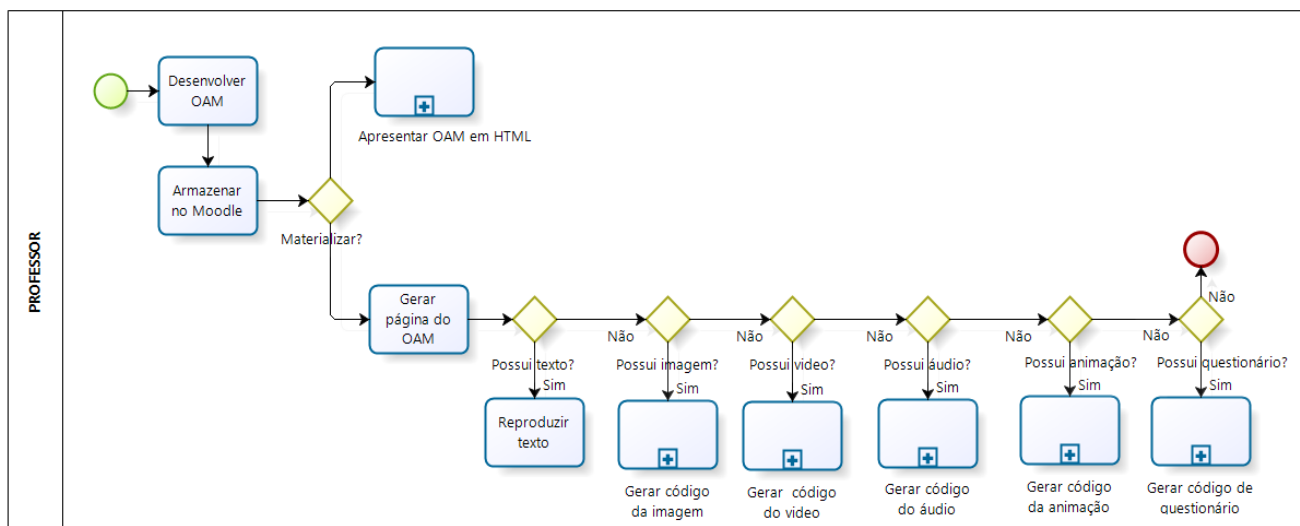


Figura 48. Processos de representação de OAM

Os detalhes do processo e subprocessos para representação do OAM, apresentado na Figura 48, estão disponíveis no Apêndice C.

6.1.1. Aplicação para materialização de OAM

Para materializar os recursos de OAM foi desenvolvida uma aplicação integrada ao AVA Moodle. Inicialmente, a aplicação permite a materialização do recurso “Questionário” relacionado ao conteúdo do OAM e criado no Moodle. A Figura 49 apresenta o processo de materialização do recurso questionário (Apêndice D). Para o desenvolvimento da aplicação foi escolhida a linguagem de programação PHP, por ser a linguagem utilizada no projeto Moodle.

Para utilizar a aplicação, o usuário deve informar os dados de *login* do *Moodle* para que a aplicação retorne uma lista com os questionários autorizados

para a conversão. Após selecionar o questionário e clicar em “Gerar QR Code”, um arquivo no formato PDF é gerado.

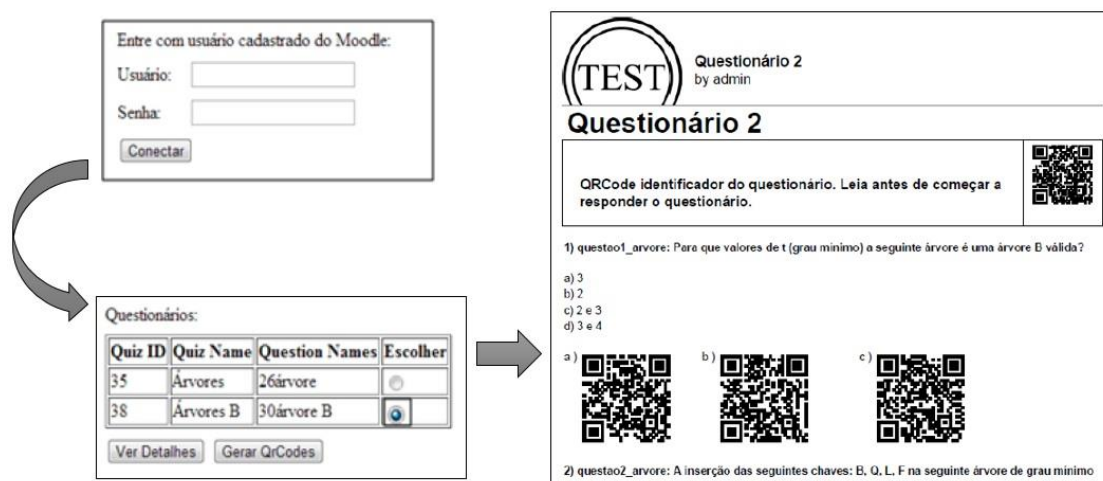


Figura 49. Aplicação para materialização de questionários do OAM

A biblioteca utilizada para gerar o arquivo citado foi a *TCPDF*, uma biblioteca gratuita. Para sua utilização deve-se prover as informações a serem adicionadas aos QR Code, pois a biblioteca já dispõe de alguns *templates* com informações de configuração.

As informações convertidas em QR Code são: os identificadores do questionário, das questões, das alternativas e respostas. A ordem em que as alternativas foram apresentadas nas questões deve ser informada, pois é uma informação necessária no momento de atualizar os dados no *Moodle* através do aplicativo.

Os QR Code gerados pela aplicação possuem dois tipos de informação:

- QR Code Identificador do Questionário: identifica o questionário. Possui os valores de identificação do questionário e o número de questões. Por exemplo, o valor exibido na tela do dispositivo ao utilizar um programa genérico de leitura de códigos seria: “*Quiz:7;NumQuestoes:5*”;

- QR Code da Alternativa: existe um QR Code para cada alternativa da questão. O QR Code possui os identificadores da questão, do questionário, da resposta representada na alternativa, da resposta correta, da ordem em que será exibida a alternativa, da ordem em que será exibida a questão e finalmente, da ordem em que todas as alternativas serão exibidas na questão. Por exemplo, “22;7;14;14;a;1;22,13,17,41”, representaria a questão 22, que pertence ao questionário 7, a resposta representada por essa alternativa possui id 14, a resposta correta possui o id 14 e alternativa “a)” na questão, “1” na ordem de exibição do questionário, com as alternativas “a), b), c), d)” e os respectivos valores “22,13,17,41”.

Após a materialização do questionário seguindo o processo apresentado na Figura 46, isto é, gerado pela aplicação, o material pode ser utilizado conforme a proposta apresentada. Vale ressaltar que o questionário materializado requer o uso do aplicativo Android (descrito na próxima seção) desenvolvido para decodificação, registro e envio de dados.

6.1.2 Aplicativo Android

Ultimamente, muitos aplicativos voltados para fins educacionais têm sido desenvolvidos para dispositivos móveis, inclusive no sistema Android. Conforme aponta Fernandes *et al.* (2012) no Brasil 28% dos celulares ativos utilizam o Android enquanto o principal concorrente, o iOS, é utilizado em 10% dos aparelhos. Considerando o volume de aplicações no sistema Android e a vantagem de possuir código aberto, o aplicativo para suporte ao modelo foi desenvolvido no sistema Android. Os requisitos necessários para atender às necessidades do modelo proposto são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9. Requisitos para criação do dispositivo

Requisitos	Descrição
Visualizar questionários do	O professor pode visualizar e selecionar o(s)

Moodle	questionário(s) para materialização.
Gerar documento com QR Code	O professor pode gerar o(s) questionário (s) materializado(s) com QR Code.
Realizar cadastro no aplicativo	O aluno pode realizar o cadastro no aplicativo Android para responder o questionário.
Logar no aplicativo	O aluno pode efetuar <i>login</i> , uma vez cadastrado, para utilizar o aplicativo Android.
Informar questionário a ser respondido	O aluno pode informar o questionário a ser respondido para iniciar a atividade.
Registrar resposta para questão	O aluno pode registrar as respostas das questões no aplicativo Android de forma <i>off-line</i> .
Alterar opção de resposta	O aluno pode alterar a resposta registrada, desde que não tenha enviado o questionário.
Detalhar questionário	O aluno pode detalhar o questionário para verificar o registro das questões respondidas.
Atualizar questionário	O aluno pode atualizar (enviar) o questionário no Moodle para registro de suas respostas.
Retornar <i>feedback</i>	O aluno pode obter <i>feedback</i> das questões atualizadas no Moodle.

Para o desenvolvimento do aplicativo Android foi utilizada a linguagem JAVA, IDE *Eclipse*. A comunicação dos dados foi realizada através da tecnologia JSON (*JavaScript Object Notation*), para fazer a validação do usuário, ou seja, utilizar as informações de *login* no Android e validar com o banco de dados do Moodle, para envio das informações do questionário e questões respondidas.

As tabelas do Moodle (Figura 50) utilizadas para o aplicativo foram:

- mdl_user: para validar os dados de *login* do usuário;
- mdl_question: para buscar as questões criadas e/ou modificadas pelo usuário logado;
- mdl_quiz_question_instances: para associar as questões dos usuários aos questionários (*quizes*) criados;
- mdl_quiz: para buscar as informações dos questionários;
- mdl_question_answers: para buscar as respostas de cada questão.

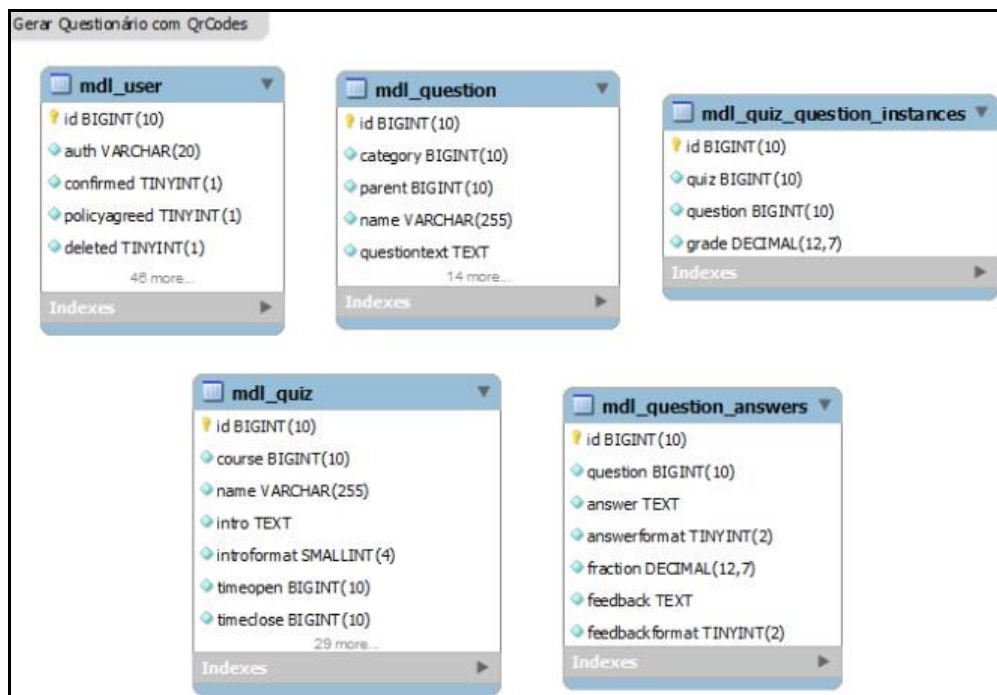


Figura 50. Tabelas do *Moodle* utilizadas para o aplicativo

Ao instalar o aplicativo no dispositivo, o usuário, nesse caso o aluno, deve realizar o cadastro informando os dados de *login* no *Moodle*. A validação do usuário no *Moodle* ocorre na etapa de atualização (envio) do questionário.

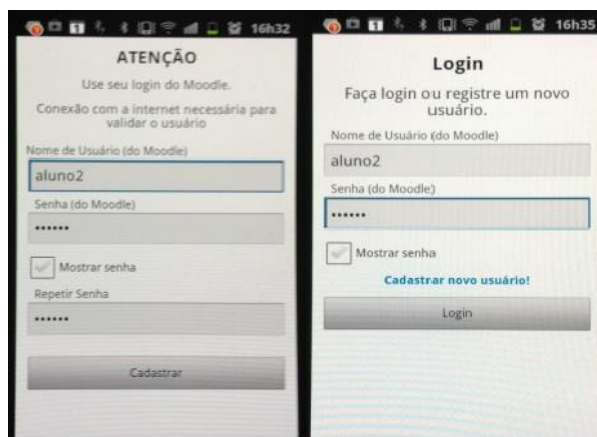


Figura 51. Tela de cadastro do usuário

Após realizar o *login* (Figura 51), o usuário visualiza a tela inicial do aplicativo com três abas e orientações sobre os recursos do aplicativo, conforme apresenta a Figura 52.

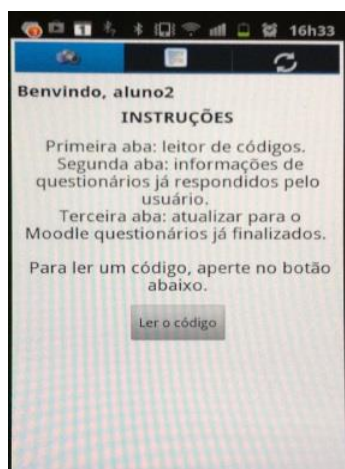


Figura 52. Tela inicial do aplicativo

Para responder as questões, o aluno deve, primeiramente, decodificar o QR Code que identifica e registra o questionário. Depois, o aluno pode responder todas as questões do questionário. Para isso, deve decodificar o QR Code correspondente a alternativa que considera correta, e então, o aplicativo apresenta os detalhes da resposta registrada (Figura 53).

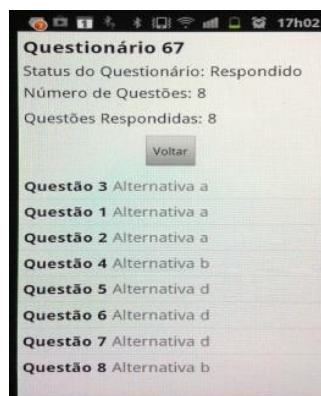


Figura 53. Tela de registro das respostas

O aluno pode responder as questões de forma não sequencial. O aplicativo registra todas as questões respondidas e os detalhes podem ser visualizados na segunda aba do aplicativo. O aluno pode alterar a resposta registrada até o momento de atualização (envio) do questionário ao *Moodle*. O aluno pode visualizar os detalhes do questionário sempre que julgar necessário (Figura 55).

O questionário pode apresentar três situações:

- Iniciado – O aluno está respondendo o questionário;
- Respondido – O aluno respondeu todas as questões do questionário;
- Enviado – O aluno respondeu todas as questões e atualizou o questionário no *Moodle*.

Após responder todas as questões do questionário no aplicativo, o aluno pode atualizar as questões no *Moodle* (Figura 54).

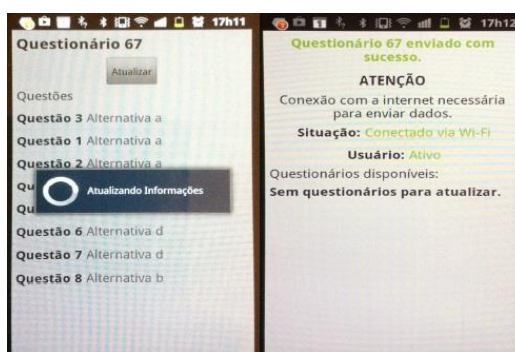


Figura 54. Processo de atualização (envio) do questionário no Moodle

A atualização requer conexão com a Internet para validação do usuário no *Moodle*. Ao finalizar o processo de atualização, o dispositivo apresenta a confirmação do envio (Figura 54). Então, ao acessar o Moodle, o aluno visualizará o questionário finalizado com os detalhes, resultado e *feedback*. Todos os requisitos elencados foram implementados.

6.2. Projeto do experimento

Os experimentos foram realizados em três turmas, sendo duas turmas de cursos de Graduação e uma turma de Ensino Médio, na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA). Antes de iniciar o experimento foi necessário realizar uma pesquisa exploratória (Apêndice E) para verificar quantos alunos possuíam dispositivo compatível com as especificações necessárias para realização do experimento. Com o resultado da pesquisa exploratória foi possível estruturar o experimento em grupos, conforme apresenta o Quadro 10.

Quadro 10. Grupos, recursos e atividades do experimento

Grupo 1	Grupo 2	
Descrição: Alunos que não possuem dispositivo	Descrição: Alunos que possuem dispositivo com sistema Android	Descrição: Alunos que possuem dispositivo
Recursos: <ul style="list-style-type: none"> • Mídia impressa 	Recursos: <ul style="list-style-type: none"> • Mídia impressa • Dispositivo com câmera, leitor de QR Code e Internet. • Aplicativo Android 	Recursos: <ul style="list-style-type: none"> • Mídia impressa • Dispositivo com câmera, leitor de QR Code e Internet.
Conteúdo: <ul style="list-style-type: none"> - OAM Materializado - Questionário respondido na mídia impressa. 	Conteúdo: <ul style="list-style-type: none"> - OAM Materializado - Questionário gerado pela aplicação e respondido através do aplicativo Android. 	Conteúdo: <ul style="list-style-type: none"> -OAM Materializado -Questionário disponível no Moodle e respondido através do dispositivo.

Vale ressaltar que para realizar os experimentos, os alunos que compuseram o Grupo 2, e possuíam dispositivo com sistema Android, instalaram o aplicativo Android no dispositivo. Além disso, os alunos foram cadastrados no *Moodle*. O experimento realizado, seguindo a estrutura apresentada no Quadro 10, permitiu as seguintes comparações:

- Comparar o desempenho dos dois grupos;
- Verificar a interatividade do OAM de acordo com os meios utilizados pelos alunos;
- Obter *feedback* dos alunos sobre o aplicativo Android.

As seções a seguir apresentam os resultados obtidos na turma A, turma B e turma C, respectivamente.

6.2.1. Aulas na turma A

Na turma A as aulas foram ministradas para alunos de Graduação em Computação, na disciplina Classificação e Pesquisa de Dados, na modalidade presencial. Os alunos responderam um questionário inicial sobre o conteúdo de Árvores B, que são árvores balanceadas de pesquisa.

Em outro momento, a turma foi dividida em dois grupos. O grupo 1 utilizou a mídia impressa e o grupo 2 utilizou o modelo proposto (OAM materializado). O conteúdo do OAM foi Árvores B, constituído por vários recursos tais como textos, imagens, vídeos, exercícios, simulação, etc.

Observa-se que a interface do OAM foi alterada, quando comparada com a interface utilizada nos experimentos preliminares. A alteração da interface está relacionada à integração do modelo de metadados UMBRELO, o qual foi estendido para adequação de alguns recursos considerados pertinentes ao modelo.

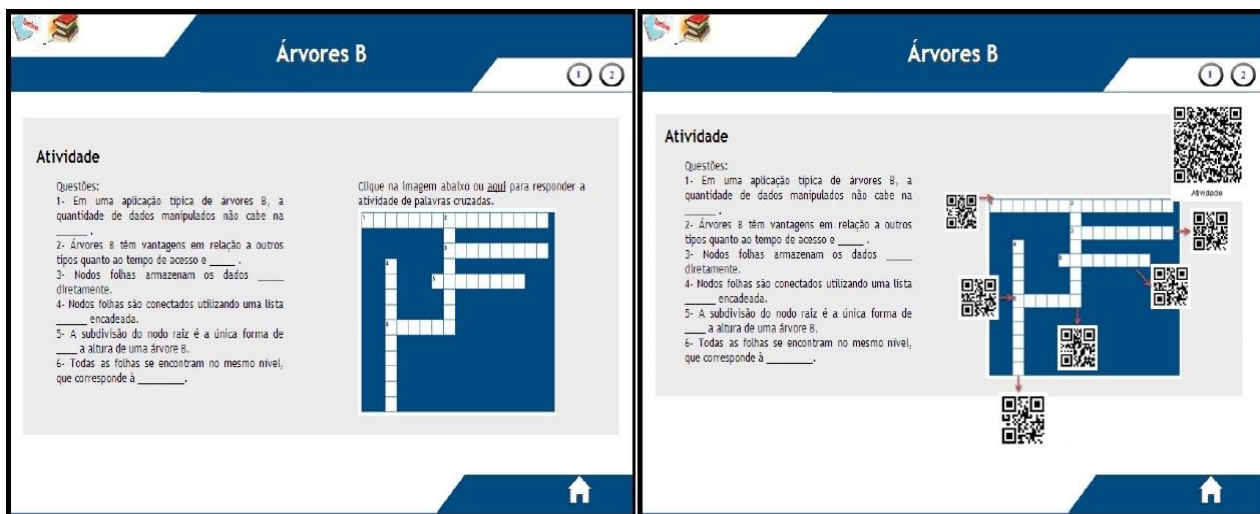


Figura 55. OAM Árvores B e materialização, respectivamente

Após a exploração do OAM os grupos responderam outro questionário sobre Árvores B. Dessa forma, pôde-se verificar a diferença de desempenho dos alunos antes e depois da utilização do OAM.

Quadro 11. Atividades realizadas nas aulas da Turma A

Aula 1	
Todos os alunos	Responder questionário inicial sobre Árvores B.
Aula 2	
Grupo 1	<ul style="list-style-type: none"> - Explorar o OAM na mídia impressa. - Realizar as atividades do OAM. -Responder o questionário sobre o conteúdo.
Grupo 2	<ul style="list-style-type: none"> - Explorar o OAM materializado usando mídia impressa e dispositivo móvel. - Realizar as atividades do OAM. -Responder questionário sobre o conteúdo. -Utilizar aplicativo Android (somente os alunos com dispositivo no Sistema Android) para responder o questionário.

Com os resultados dos questionários (sobre o conteúdo do OAM), respondidos pelos alunos, pôde-se comparar o desempenho de cada grupo para verificar se a diferença antes e depois de utilizar o OAM foi significativa e em seguida comparar os dois grupos (grupo 1 e grupo 2).

Além disso, outros questionários foram aplicados com o objetivo de mensurar a interatividade do OAM e a usabilidade do aplicativo Android.

6.2.1.1 Análise de desempenho – turma A

Os resultados obtidos com a aplicação dos questionários (15 questões), antes e depois da utilização do OAM, são apresentados na Tabela 7. Observa-se que a média de acertos do grupo 1 no questionário 2 é superior à média de acertos do mesmo grupo no questionário 1.

Tabela 7. Resultado de desempenho(antes e depois do OAM) do Grupo 1- Turma A

Alunos	Aluno1	Aluno2	Aluno3	Aluno4	Aluno5	Aluno6	Aluno7	Aluno8	Aluno9	Aluno10	Aluno11	Aluno12	Aluno13	MÉDIA
Acertos Questionário 1 (antes)	8	8	8	11	4	8	8	7	8	7	13	8	7	8,1
Acertos Questionário 2 (depois)	9	12	9	11	5	12	14	12	12	11	13	13	10	11

Para verificar se a diferença foi significativa, aplicou-se o teste de hipóteses com *T-student* para amostras emparelhadas, uma vez que o grupo 1 (os mesmos alunos) respondeu o questionário 1 e o questionário 2.

Conforme visto em Braule (2001), quando o mesmo conjunto de informantes é avaliado em dois momentos de tempo, é grande a probabilidade de que as informações obtidas no segundo momento sejam semelhantes àsquelas obtidas anteriormente. Nesse caso, são amostras dependentes (emparelhadas). Então, o teste deve verificar se a média da diferença de desempenho é significativamente maior do que zero. Ou seja:

$$H_0 : \mu_d = 0$$

$$H_1 : \mu_d < 0$$

Aplicando o t-student foi verificado que o t crítico (-1,78) é maior do que o t observado (-5,11). Considerando a uni-caudal à esquerda, então, rejeita-se a hipótese que a média das diferenças seja 0, ou seja $-t < -t$ crítico – rejeita-se H_0 . Os dados completos estão disponíveis no Apêndice F.

O mesmo teste foi realizado com os alunos do grupo 2 (Tabela 8) para verificar se houve diferença entre o desempenho antes e depois da utilização do OAM.

Tabela 8. Resultado do questionário (antes e depois do OAM) do Grupo 2 - Turma A

Alunos	Aluno1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6	Aluno 7	MÉDIA
Acertos Questionário 1 (antes)	7	7	4	8	8	8	8	7,14
Acertos Questionário 2 (depois)	11	11	8	10	12	8	12	10,28

Aplicando o *t-student* no grupo 2, foi verificado que o *t* crítico (-1,94) é maior do que o *t* observado (-5,28). Considerando a uni-caudal à esquerda, então, rejeita-se a hipótese que a média das diferenças seja 0, ou seja $-t < -t_{crítico}$ – rejeita-se H_0 . Pode-se verificar que a diferença dos grupos (grupo 1 e 2) em relação ao primeiro e segundo questionário foi significativa.

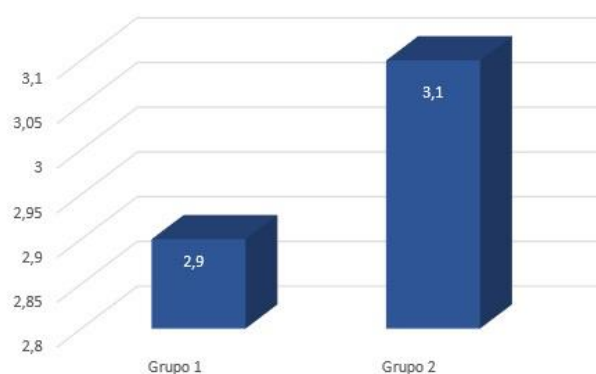


Figura 56. Diferença entre os questionários (2 e 1) em cada grupo da Turma A

Analisando a diferença entre os questionários 2 e 1, em cada grupo da turma A, verificou-se que o grupo 2 obteve um resultado melhor (a diferença maior entre questionário 2 e 1) que o grupo 1, conforme apresenta o gráfico da Figura 56, o que pode indicar um melhor desempenho do grupo 2.

6.2.1.2 Análise de interatividade – turma A

Em relação à interatividade, buscou-se verificar se o modelo proposto permite mais interatividade ao meio impresso. Um questionário (Apêndice G) foi disponibilizado com itens referentes à interatividade e aos princípios da Aprendizagem Multimídia.

A análise dos questionários respondidos pela turma A (grupos) evidencia que:

- O grupo 2 apresentou respostas mais positivas que o grupo 1, o que pode indicar mais interatividade do material ao usar o modelo proposto.
- No item 7, o grupo 1 apresentou mais respostas positivas que o grupo 2. Vale ressaltar que o OAM materializado também integra vantagens da mídia impressa tais como facilidade de leitura e anotação.
- Outros itens em destaque para a mídia impressa foram os itens 2, 4 e 14 que representam a contribuição para o entendimento do conteúdo abordado, a realização de atividades e a facilidade de manipulação do conteúdo, respectivamente. Vale ressaltar que o OAM materializado também integra tais vantagens da mídia impressa.

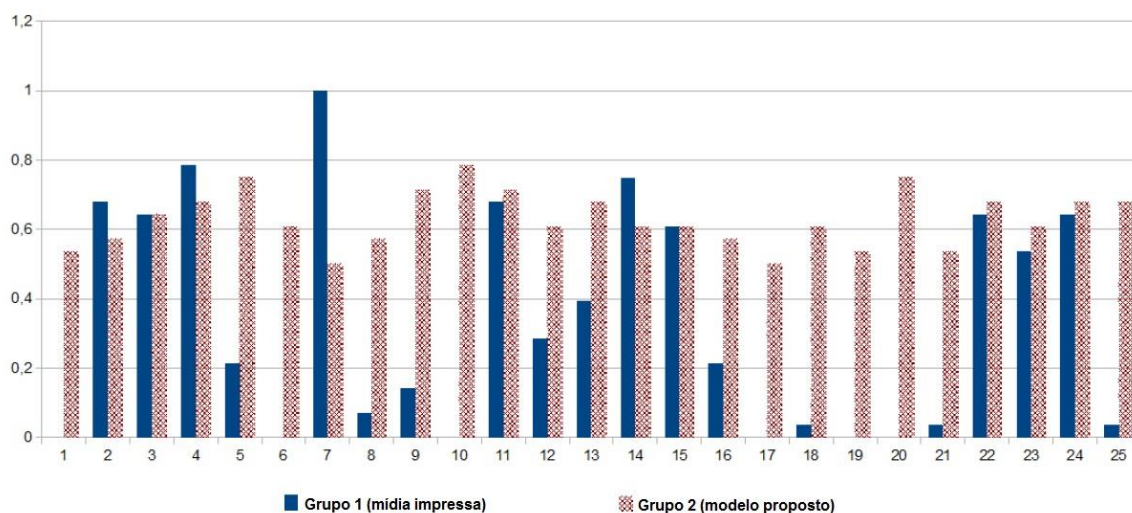


Figura 57. Resultado da Interatividade do OAM - Turma A

Ao observar o gráfico (Figura 57), pôde-se verificar que o Grupo 2 apresentou um nível de concordância maior, na maioria das questões (afirmativas positivas), que o grupo 1. A análise do gráfico (Figura 57) identifica alguns pontos correspondentes 0 (alternativa “Não”) informados pelo grupo 1. Nesse caso, vale destacar que o OAM usado somente na mídia impressa não proporciona o acesso

aos mesmos recursos que o OAM materializado e dispositivo móvel. O questionário colaborou para evidenciar a diferença em relação à percepção de interatividade dos grupos, apresentando resultados que podem indicar que o OAM materializado com códigos 2D oferece mais condições de interatividade, o que é uma limitação da mídia impressa quando usada separadamente.

Além de responder as questões sobre interatividade, alguns alunos relataram a experiência vivenciada em aula usando o modelo proposto. Alguns relatos:

- “Acho que o uso do material trouxe benefícios e creio ter aprendido melhor o conteúdo do que se não tivesse acesso a este recurso. O material também ajudou a revisar conceitos, pois além de ter vídeos no material, explicava o conteúdo novo utilizando muitos conceitos já vistos.”
- “Achei que compreender os algoritmos por vídeo foi bem mais fácil do que em texto/imagem apenas.”
- “Achei muito bom ter a alternativa de usar o QR Code para estudar, sem perder o acesso à mídia impressa. A experiência foi agradável, sem dúvida.”

E os relatos dos alunos que usaram apenas a mídia impressa:

- “Usei apenas o material impresso. Mas acredito que opções de interatividade podem melhorar ou acelerar a compreensão e assimilação dos conteúdos, desde que bem elaboradas.”
- “Utilizei o material sem ter acesso a QR Code, e senti falta de acesso ao vídeo ou outras funcionalidades em alguns momentos. Logo, acho que utilizando QR Code haveria mais interatividade.”
- “Utilizei o material impresso, sem ter acesso ao QR Code. Provavelmente, com acesso aos recursos multimídia, teria aprendido mais facilmente.”

Pontos negativos segundo relatos de alguns alunos:

- “Permitiu interatividade e foi empolgante no início. Porém, conforme as dificuldades com o QR Code apareciam, passava a incomodar.”
- “Provavelmente um *tablet* seria uma boa alternativa, pois o celular não ofereceu uma boa visualização e leitura do material devido ao tamanho da tela.”
- “Acho uma ideia muito interessante, entretanto as falhas de acesso aos *links* prejudicaram um pouco o aprendizado.”
- “O problema foi que demorei para me ambientar ao aplicativo leitor de QR Code do meu celular. A conexão com a internet também não estava lá as melhores naquele momento, então acredito que a iniciativa, apesar de boa, tenha feito a tarefa consumir mais tempo do que poderia.”

6.2.1.1 Análise do aplicativo Android – Tuma A

A análise do aplicativo foi realizada somente com os alunos que utilizaram dispositivo móvel com Sistema Android. No questionário (Apêndice H) foram utilizadas algumas heurísticas de usabilidade (NIELSEN, 1995), tais como:

- Visibilidade de *status* do sistema - O sistema mantém o usuário sempre informado sobre o que está acontecendo.
- Consistência dos padrões - evitar que o usuário tenha que pensar se as palavras, situações e ações diferentes significam a mesma coisa.
- Ajudar usuário a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros - utilizar linguagem simples para descrever os problemas e sugerir uma maneira de resolvê-los.
- Reconhecimento em vez de memorização - tornar objetos, ações e opções visíveis. As instruções para a utilização do sistema devem ser visíveis ou facilmente recuperáveis.

- Estética e design minimalista - evitar o uso de informações irrelevantes ou raramente necessárias.
- Prevenção de erros – impedir a ocorrência de erros.
- Ajuda e documentação - fornecer informações que possam ser facilmente encontradas, com descrição dos procedimentos a serem seguidos.

A Tabela 9 mostra os resultados da avaliação do aplicativo, de acordo com a percepção dos alunos.

Tabela 9. Resultado da avaliação do aplicativo Android – Turma A

Questões	Respostas				
	S	P+	P	P-	N
1-O aplicativo Android funciona corretamente.	2	2	1		
2- O aplicativo Android é fácil de utilizar.	2	2	1		
3- O aplicativo Android permite mais interatividade ao questionário impresso.	1	2	2		
4- O questionário materializado é fácil de utilizar.		2	2	1	
5- O aplicativo Android registra corretamente as questões respondidas.	4		1		
6- O aplicativo permite responder questões de forma não sequencial.	3		2		
7- O aplicativo permite responder o questionário em momentos diferentes, isto é, mantém o registro das questões respondidas após <i>logout</i> .	4		1		
8- As informações existentes no aplicativo são suficientes para o entender seu funcionamento.	2	2	1		
9-O aplicativo permite a atualização do questionário no Moodle.	3	1	1		
10- O aplicativo fornece <i>feedback</i> apropriado sobre a ação do usuário.	3	1	1		
11-O aplicativo permite que o usuário mude de tela com facilidade através dos menus(abas).	2	1	2		
12- As formas de executar ações semelhantes são consistentes.	3	1	1		

13 - As mensagens de erro são úteis.	2	1	1	1	
14 -As informações apresentadas no aplicativo são necessárias e relevantes.	2	2	1		
15- A possibilidade de utilizar o aplicativo <i>off-line</i> auxilia na realização das atividades.	4		1		
16 - O aplicativo oferece mais mobilidade para realizar as tarefas.	2	2	1		
17 - O questionário em papel favorece a concentração para respondê-lo.	3	1	1		
18 - A disposição dos menus favorece a utilização do aplicativo.	1	2	2		
19 - A utilização do aplicativo facilita a realização de atividades.	1	2	2		
20 - É recomendável utilizar o aplicativo Android.	2	1	2		
21- O guia de utilização do aplicativo auxilia na realização da atividade.	4		1		
22- O guia de utilização do aplicativo possui linguagem simples facilitando o entendimento do aplicativo.	4		1		
23- É necessário aprender muitos conceitos para utilizar o aplicativo.			1	1	3
24- O aplicativo fornece segurança ao usuário sobre as ações realizadas.	3	1	1		
25- O aplicativo pode ser usado facilmente por qualquer usuário, pois não exige conhecimentos técnicos.	3	1	1		
26- Seria interessante utilizar o aplicativo com mais frequência.	1	2	2		

O resultado apresentado na Tabela 9 evidencia a predominância de respostas 'Sim', seguidas de "Parcialmente", ou seja, indicativo de satisfação. Conforme apresentado no gráfico da Figura 58, a resposta 'Sim' prevaleceu sobre as demais opções de respostas. Vale ressaltar que a questão 23 é invertida, pois a resposta 'Não' indica um resultado positivo.

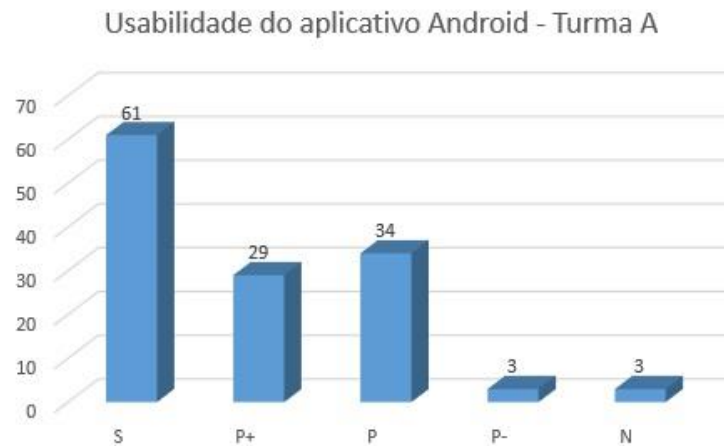


Figura 58. Gráfico do resultado de avaliação do aplicativo - Turma A

Alguns relatos sobre o uso do aplicativo Android foram obtidos:

- “Se for usado em casos isolados, estimula a realização das tarefas porém, se tornar rotineiro, pode dificultar o aprendizado”.
- “Quanto à metodologia, achei muito boa, pois além de mais prática, permite maior interação do aluno com o conteúdo”.
- “De fato, facilitou quando não se possui acesso à internet. Porém, devia haver alguma forma de informar o usuário que existem questionários não transportados para o *Moodle* no caso dele esquecer”.
- “Eu gostaria que houvesse opção de escolha direta, por exemplo, apresentar as alternativas na tela do celular e selecioná-las ali mesmo”.

6.2.2. Aulas na turma B

As aulas na Turma B foram ministradas para alunos de Graduação em Ciências Contábeis, na disciplina Computador e Sistemas de Informação, na modalidade presencial. Os alunos responderam um questionário inicial sobre o

conteúdo Segurança na Internet. Em outro momento, a turma foi dividida em dois grupos. O grupo 1 utilizou a mídia impressa e o grupo 2 utilizou o modelo proposto (OAM materializado). O OAM (Figura 59) apresentou o conteúdo sobre Segurança na Internet, usando recursos tais como textos, imagens, vídeos, exercícios, simulação, etc.

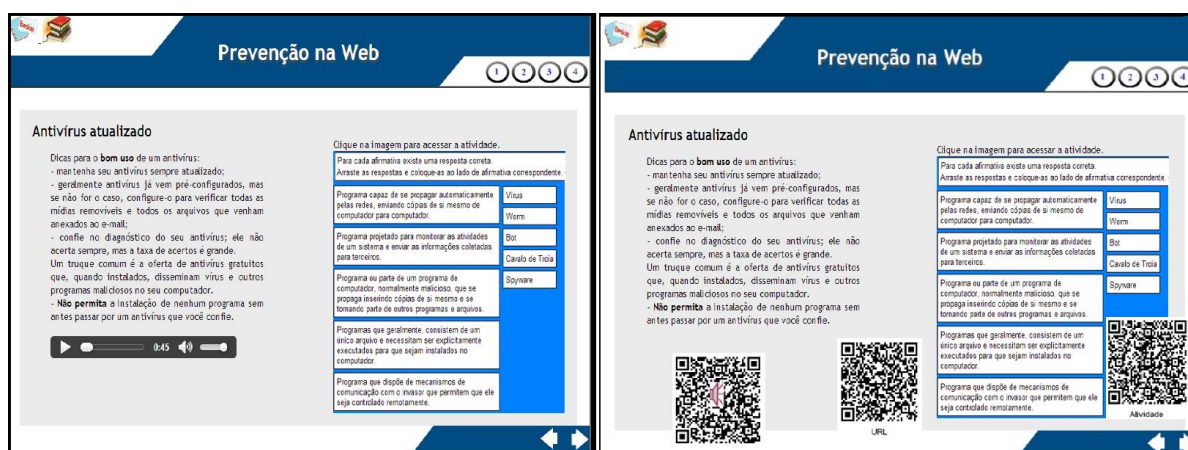


Figura 59. Tela do OAM Prevenção na Web e materialização, respectivamente

Após a exploração do OAM os alunos responderam outro questionário sobre Segurança na Internet. Dessa forma, pôde-se verificar a diferença entre o desempenho dos alunos antes e depois da utilização do OAM “Prevenção na Web” e ainda realizar uma comparação entre os dois grupos. O Quadro 12 apresenta o planejamento das aulas para a Turma B.

Quadro 12. Planejamento das aulas Turma B

Aula 1	
Todos os alunos	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar a tecnologia QR Code e suas aplicações - Participação no fórum (Moodle) sobre QR Code - Responder questionário inicial sobre Segurança na Internet
Aula 2	
Grupo 1	<ul style="list-style-type: none"> - Explorar o OAM na mídia impressa. - Realizar as atividades do OAM. - Responder questionário sobre o conteúdo.

Grupo 2	<ul style="list-style-type: none"> - Explorar o OAM materializado (mídia impressa com QR Code e dispositivo móvel). - Realizar as atividades do OAM. - Responder questionário sobre o conteúdo. - Utilizar aplicativo Android (somente os alunos com dispositivo no Sistema Android) para responder o questionário.
----------------	---

Com os resultados dos questionários respondidos pelos alunos, pôde-se comparar o desempenho de cada grupo, i.e., verificar se a diferença antes e depois de utilizar o OAM foi significativa, e em seguida comparar os dois grupos (grupo 1 e grupo 2).

Além do questionário sobre o conteúdo do OAM, os alunos responderam outros questionários sobre a interatividade do OAM e a usabilidade do aplicativo Android.

6.2.2.1 Análise de desempenho – turma B

Os resultados obtidos com a aplicação dos questionários na Turma B, antes e depois da utilização do OAM, são apresentados na Tabela 10. Observou-se que a média de acertos do grupo 1 no questionário 2 foi superior à média de acertos do mesmo grupo no questionário 1.

Tabela 10. Resultado de desempenho (antes e depois do OAM) do Grupo 1- Turma B

Alunos	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6	Aluno 7	Aluno 8	Aluno 9	Aluno 10	Média
Acertos Questionário 1 (antes)	6	8	0	8	8	8	6	10	10	8	7,2

Acertos Questionário 2 (depois)	7	8	12	8	10	9	10	11	12	10	9,7
---------------------------------------	---	---	----	---	----	---	----	----	----	----	-----

Aplicando o *t-student* no grupo 1, verificou-se que o *t* crítico (-1,83) é menor que o *t* observado (-1,42). Considerando a uni-caudal à esquerda, não se rejeita a hipótese que a média das diferenças seja 0, ou seja $-t > -t_{crítico}$ – não se rejeita H_0 . Dessa forma, a diferença ocorrida não foi significativa considerando 5% de significância.

O teste também foi realizado com os resultados do grupo 2 (Tabela 11) para verificar se houve diferença significativa do desempenho antes e depois da utilização do OAM.

Tabela 11. Resultado de desempenho(antes e depois do OAM) do Grupo 2 – Turma B

Alunos	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Média
Acertos Questionário 1 (antes)	9	9	0	8	6,5
Acertos Questionário 2 (depois)	11	12	9	11	10,7

Aplicando o *t-student*, verificou-se que o *t* crítico (-2,35) é maior do que o *t* observado (-2,65). Considerando a uni-caudal à esquerda, rejeita-se a hipótese

que a média das diferenças seja 0, ou seja $-t < -t_{crítico}$ – rejeita-se H_0 . Dessa forma, verificou-se uma diferença significativa considerando um nível de 5% de significância.

Analisando os resultados dos dois grupos, verificou-se que a diferença de desempenho (questionário 2 e 1) do grupo 2 foi significativa, ao contrário do resultado obtido no grupo 1.

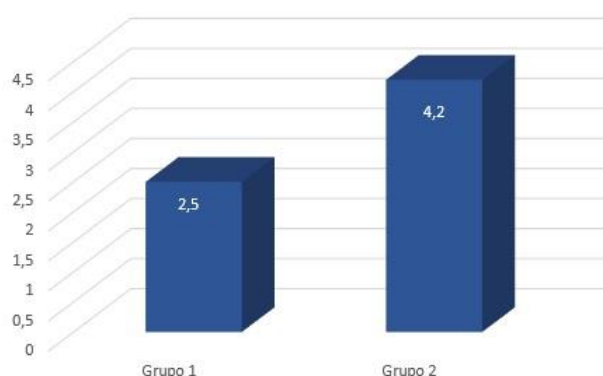


Figura 60. Diferença entre os questionários (2 e 1) em cada grupo da Turma B

Analisando a diferença entre os questionários 2 e 1, em cada grupo da turma B, verificou-se que o grupo 2 obteve um resultado melhor (a diferença maior entre questionário 2 e 1) que o grupo 1 (Figura 60), o que pode indicar um melhor desempenho do grupo 2.

6.2.2.2 Análise de Interatividade – Turma B

A análise dos questionários sobre a interatividade do OAM evidenciou que:

- A avaliação do grupo 2 apresentou um resultado mais positivo sobre a interatividade do OAM do que a avaliação do grupo 1 (Figura 61);

- A avaliação do grupo 1 (mídia impressa) nas questões 7, 14 e 15 apresentou um resultado mais positivo do que a avaliação do grupo 2. Tais questões estão relacionadas às possibilidades de anotação, manipulação do material e concentração, respectivamente. Vale ressaltar que o OAM materializado também oferece tais possibilidades.

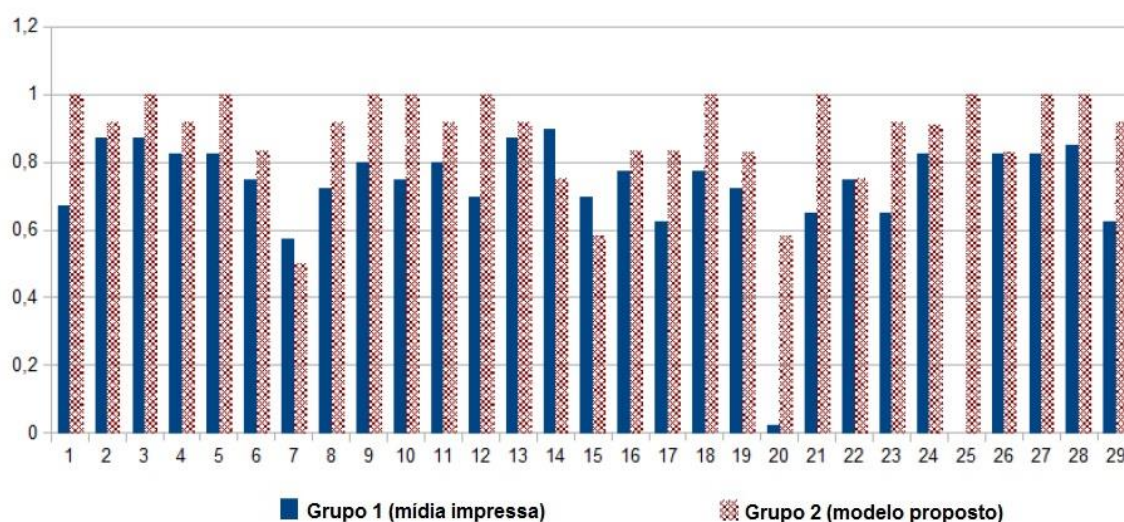


Figura 61. Resultado da interatividade do OAM - Turma B

Algumas questões relacionadas aos princípios da Aprendizagem Multimídia foram incluídas no questionário aplicado na turma B, sendo elas:

- 26 - Os recursos utilizados são relevantes para o entendimento do conteúdo.
- 27 - O OAM permite que o texto possa ser lido ou ouvido de acordo com a opção do usuário.
- 28 - As imagens aparecem próximas ao texto.
- 29 - Os ícones nos QR Code auxiliam quanto às ações que os códigos representam.

Além de responder as questões sobre interatividade, alguns alunos relataram a experiência vivenciada em sala, destacando pontos positivos e negativos. Alguns relatos:

- “Seria muito interessante a interação do conteúdo pela forma de QR Code.”
- “A experiência foi muito interessante, pois ao mesmo tempo que o aluno lê o material, pode entrar em contato com o conteúdo interativo sem buscar em novas fontes.”
- “Acho que foi uma grande experiência ter contato com essa nova tecnologia, e uma tecnologia que vem sendo cada vez mais utilizada.”
- “Tanto o conteúdo como as diversas atividades que o material possui possibilitou uma aprendizagem mais dinâmica, fugindo um pouco do “velho padrão”.”
- “Seria uma boa alternativa para estudo, pois poderia ser usado em qualquer lugar com dispositivos mais portáteis.”
- “Se estivermos trabalhando com mídia impressa a opção do QR Code é muito mais atrativa do que termos que digitar o endereço de site.”
- “Pontos positivos é a interatividade e a questão de apontar a câmera do celular e ser direcionado para o site com as informações relevantes do assunto, sem ter que digitar nada.”

Os pontos negativos mencionados:

- “A experiência foi interessante, mas com a rede lenta é terrível.”
- “Alguns códigos não abriram devido à proximidade com outro código. Não consegui abrir todos os códigos.”

6.2.2.3 Análise do aplicativo – turma B

O grupo 2 da Turma B, formado pelos alunos que utilizaram dispositivo móvel com Sistema Android, respondeu o questionário sobre o aplicativo. A Tabela 12 apresenta os resultados da avaliação do aplicativo Android de acordo com a percepção dos alunos.

Tabela 12. Resultado da avaliação do aplicativo Android – Turma B

Questões	Respostas				
	S	P+	P	P-	N
1-O aplicativo Android funciona corretamente.	4				
2- O aplicativo Android é fácil de utilizar.	2	2			
3- O aplicativo Android permite mais interatividade ao questionário impresso.	3	1			
4- O questionário materializado é fácil de utilizar.	2	2			
5- O aplicativo Android registra corretamente as questões respondidas.	4				
6- O aplicativo permite responder questões de forma não sequencial.	3		1		
7- O aplicativo permite responder o questionário em momentos diferentes, isto é, mantém o registro das questões respondidas após <i>logout</i> .	2	1	1		
8- As informações existentes no aplicativo são suficientes para o entender seu funcionamento.	1	1	2		
9- O aplicativo permite a atualização do questionário no Moodle.	3		1		
10- O aplicativo fornece <i>feedback</i> apropriado sobre a ação do usuário.	3		1		
11-O aplicativo permite que o usuário mude de tela com facilidade através de menus(abas).	3		1		
12- As formas de executar ações semelhantes são consistentes.	3	1			
13 - As mensagens de erro são úteis.	2	1			1

14 - As informações apresentadas no aplicativo são necessárias e relevantes.	3		1		
15- A possibilidade de utilizar o aplicativo <i>off-line</i> auxilia na realização de atividades.	4				
16 - O aplicativo oferece mais mobilidade para realizar tarefas.	3		1		
17 - O questionário em papel favorece a concentração para respondê-lo.	2	1	1		
18 - A disposição dos menus favorece a utilização do aplicativo.	3			1	
19 - A utilização do aplicativo facilita a realização de atividades.	2	1	1		
20 - É recomendável utilizar o aplicativo Android.	2	1	1		
21- O guia de utilização do aplicativo auxilia na realização da atividade.	3	1			
22- O guia de utilização do aplicativo possui linguagem simples facilitando o entendimento do aplicativo.	3	1			
23- É necessário aprender muitos conceitos para utilizar o aplicativo.			2		2
24- O aplicativo fornece segurança ao usuário sobre as ações realizadas.		2	2		
25- O aplicativo pode ser usado facilmente por qualquer usuário, pois não exige conhecimentos técnicos.	2		2		
26- Seria interessante utilizar o aplicativo com mais frequência.	3		1		

O resultado apresentado na Tabela 12 evidencia que na maioria das respostas ocorreu a predominância de respostas “Sim”, seguidas de “Parcialmente”, ou seja, um indicativo de satisfação. Conforme apresentado no gráfico (Figura 62), a resposta ‘Sim’ prevaleceu sobre as demais opções de respostas.



Figura 62. Gráfico do resultado da avaliação do aplicativo - Turma B

Alguns relatos relacionados à experiência de utilização do aplicativo Android foram obtidos:

- “É um meio de interatividade e, além disso, facilita a correção, possibilitando que o usuário saiba o seu desempenho instantaneamente.”
- “Como o resultado dos formulários é atualizado no *Moodle* facilita a correção do professor.”
- “Facilita a verificação do resultado (caso esteja conectado à internet), que acontece automaticamente, logo após finalizar o questionário.”
- “A proposta é interessante, permitiria uma maior mobilidade do usuário que poderia, por exemplo, responder o questionário de uma aula durante sua circulação no ônibus e depois carregar as suas respostas.”
- “Achei a questão da mobilidade o ponto mais importante. Poder responder o questionário de qualquer lugar e, assim que conectar, verificar o resultado.”
- “Acho que foi muito bom e que essa é uma tendência daqui para frente.”
- “O uso do QR Code acaba por possibilitar uma maior interação ao inserir vídeos e referências de sites em locais onde o aluno pode acessar, acaba por atrair mais o aluno devido ao uso do celular.”

- “Achei uma experiência muito interessante que facilita a aprendizagem e deixa o estudo mais interativo.”

6.2.3. Aulas na turma C

As aulas da Turma C foram ministradas para alunos do Ensino Médio, na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA), no modelo presencial. Na primeira aula, os alunos participaram de uma oficina voltada para apresentação da tecnologia QR Code e responderam um questionário inicial sobre o conteúdo Segurança na Internet. Além disso, foi apresentado o Ambiente Virtual Moodle para realização de atividades, iniciando com a atividade fórum de discussão. Os alunos realizaram uma atividade de codificação e decodificação de QR Code, compartilhando os resultados no fórum do Moodle.

Na segunda aula, a turma foi dividida em dois grupos. O grupo 1 utilizou a mídia impressa e o grupo 2 utilizou o modelo proposto (mídia impressa com código 2D e dispositivo móvel). Para apresentar o conteúdo sobre Segurança na Internet foi utilizado o OAM Prevenção na Internet (Figura 63) com recursos tais como textos, imagens, vídeos, exercícios, simulação, etc.

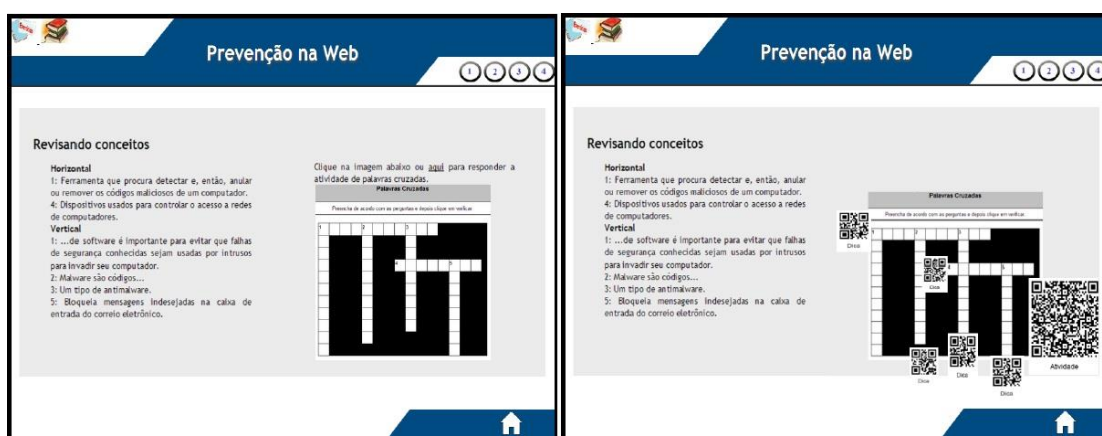


Figura 63. Tela do OAM Prevenção na Internet e materialização, respectivamente

Após a utilização do OAM os alunos responderam outro questionário sobre Segurança na Internet. Dessa forma, pôde-se verificar a diferença de desempenho dos alunos antes e depois da aplicação do OAM e ainda realizar uma comparação entre os dois grupos. O Quadro 13 apresenta o planejamento das aulas da Turma C.

Quadro 13. Planejamento das aulas na Turma C

Aula 1	
Todos os alunos	<ul style="list-style-type: none"> - Participar da oficina sobre Códigos 2D. - Realizar atividade no fórum (Moodle) sobre Segurança na Internet. - Responder o questionário inicial sobre Segurança na Internet.
Aula 2	
Grupo 1	<ul style="list-style-type: none"> - Explorar o OAM na mídia impressa. - Realizar as atividades do OAM. - Responder questionário sobre o conteúdo.
Grupo 2	<ul style="list-style-type: none"> - Explorar o OAM materializado usando o modelo proposto (mídia impressa com QR Code e dispositivo móvel). - Realizar as atividades do OAM. - Responder questionário sobre o conteúdo. - Utilizar aplicativo Android (somente os alunos com dispositivo no Sistema Android) para responder o questionário.

Além do questionário sobre o conteúdo do OAM, os alunos responderam outros questionários sobre a interatividade do OAM e a usabilidade do aplicativo Android.

6.2.3.1 Análise de desempenho – Turma C

Conforme o planejamento (Quadro 13), na segunda aula, os alunos utilizaram o OAM Prevenção na Internet e em seguida, responderam o questionário. Com o objetivo de verificar se houve um melhor desempenho do grupo 1, após a utilização do OAM, realizou-se uma análise dos resultados do grupo 1 no questionário aplicado antes do OAM e no questionário aplicado após o OAM (Tabela 13).

Tabela 13. Resultado de desempenho(antes e depois do OAM) do Grupo 1- Turma C

Alunos	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6	Aluno 7	Aluno 8	Aluno 9	Média
Acertos Questionário 1 (antes)	0	4	4	0	0	2	4	4	6	2,6
Acertos Questionário 2 (depois)	4	8	6	4	3	7	6	6	7	5,6

Aplicando o *t-student*, verificou-se que o *t* crítico (-1,85) é maior que o *t* observado (- 6,80). Considerando a uni-caudal à esquerda, então, rejeita-se a hipótese que a média das diferenças seja 0, ou seja $-t < -t_{crítico}$ – rejeita-se H_0 . Dessa forma, a diferença ocorrida foi significativa considerando um nível de 5% de significância. O teste também foi aplicado para análise dos resultados do grupo 2 (Tabela 14), a fim de verificar se a diferença de desempenho do grupo após a utilização do OAM foi significativa.

Tabela 14. Resultado de desempenho (antes e depois do OAM) do Grupo 2 - Turma C

Alunos	Aluno1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6	Média
Acertos Questionário 1 (antes)	0	0	4	4	0	1	1,5
Acertos Questionário 2 (depois)	4	7	7	7	4	6	5,8

Aplicando o *t-student*, verificou-se que o *t* crítico (-2,01) é maior do que o *t* observado (-7,05). Considerando a uni-caudal à esquerda, rejeita-se a hipótese que a média das diferenças seja 0, ou seja $-t < -t_{crítico}$ – rejeita-se H_0 . Dessa forma, verificou-se uma diferença significativa ao nível de 5% de significância.

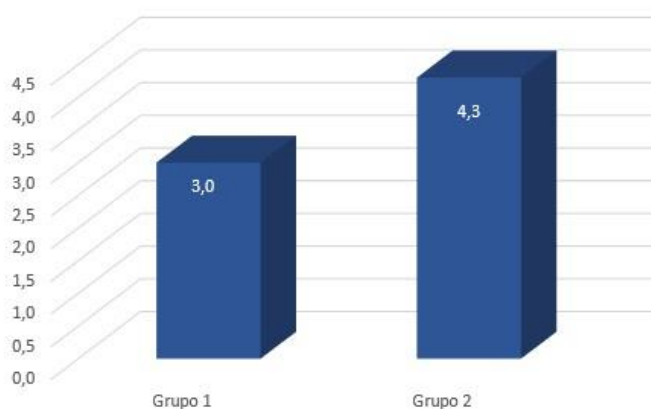


Figura 64. Diferença entre os questionários (2 e 1) em cada grupo da Turma C

Analisando a diferença entre os questionários 2 e 1, em cada grupo da turma C, verificou-se que o grupo 2 obteve um resultado melhor (a diferença maior entre questionário 2 e 1) que o grupo 1 (Figura 64), o que pode indicar um melhor desempenho do grupo 2.

6.2.3.2 Análise de Interatividade – Turma C

Os dois grupos da turma C responderam o questionário de interatividade do OAM. O gráfico da Figura 65 apresenta os resultados da avaliação realizada pelos dois grupos.

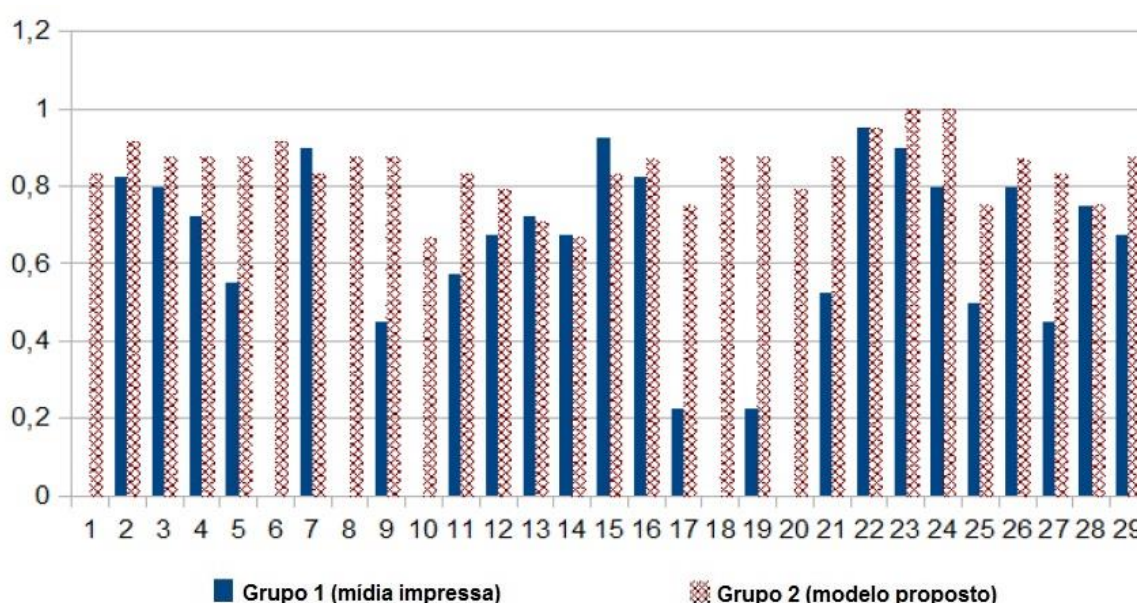


Figura 65. Resultado da interatividade do OAM - Turma C

De acordo com a análise dos questionários respondidos pelos dois grupos:

- O grupo 2 apresenta mais resultados positivos em relação à interatividade do OAM que o grupo 1.
- Algumas questões respondidas pelo grupo 1 possuem valor zero (“Não”) porque o meio utilizado (somente mídia impressa) não permitiu tal interatividade.
- Em relação ao uso de códigos 2D para favorecer a interatividade do OAM, ambos os grupos apresentaram respostas positivas.

- Nas questões 7 e 15, a avaliação do grupo 1 (mídia impressa) apresentou um resultado mais positivo do que a avaliação realizada pelo grupo 2.

Alguns relatos da experiência ao usar o modelo proposto:

- “Facilita bastante para o aluno e acredito que também facilita para o professor.”
- “Muito interessante. Bastante útil para dispositivos móveis.”
- “Permitiu mais interatividade ao conteúdo.”

Pontos negativos mencionados ao usar o OAM materializado em sala:

- “Problemas de conexão com a Internet.”
- “Dificuldade de acesso ao conteúdo na Internet.”
- “Não possuir um aparelho compatível.”

6.2.3.3 Análise do aplicativo Android – Turma C

Os alunos que utilizaram o aplicativo Android para responder o questionário sobre o conteúdo do OAM responderam um questionário sobre a usabilidade do aplicativo. A Tabela 15 apresenta os resultados da avaliação do aplicativo de acordo com a percepção dos alunos.

Tabela 15. Análise do aplicativo - Turma C

Questões	Respostas				
	S	P+	P	P-	N
1-O aplicativo Android funciona corretamente.	3	1	1		
2- O aplicativo Android é fácil de utilizar.	1	3	1		
3- O aplicativo Android permite mais interatividade ao questionário impresso.	5				

4- O questionário materializado é fácil de utilizar.	4		1		
5- O aplicativo Android registra corretamente as questões respondidas.	4		1		
6- O aplicativo permite responder questões de forma não sequencial.	4	1			
7- O aplicativo permite responder o questionário em momentos diferentes, isto é, mantém o registro das questões respondidas após <i>logout</i> .	3	2			
8- As informações existentes no aplicativo são suficientes para o entender o seu funcionamento.	1	2	2		
9- O aplicativo permite a atualização do questionário no Moodle.	4	1			
10- O aplicativo fornece <i>feedback</i> apropriado sobre a ação do usuário.	1	2	2		
11- O aplicativo permite que o usuário mude de tela com facilidade através de menus(abas).	4		1		
12- As formas de executar ações semelhantes são consistentes.	3	1	1		
13 - As mensagens de erro são úteis.	3		2		
14 - As informações apresentadas no aplicativo são necessárias e relevantes.	3	1	1		
15- A possibilidade de utilizar o aplicativo <i>off-line</i> auxilia na realização de atividades.	5				
16 - O aplicativo oferece mais mobilidade para realizar tarefas.	4	1			
17 - O questionário em papel favorece a concentração para respondê-lo.	3		2		
18 - A disposição de menus favorece a utilização do aplicativo.	5				
19 - A utilização do aplicativo facilita a realização de atividades.	4	1			
20 - É recomendável utilizar o aplicativo Android.	4	1			
21- O guia de utilização do aplicativo auxilia na	5				

realização da atividade.					
22- O guia de utilização do aplicativo possui linguagem simples facilitando o entendimento do aplicativo.	3	1	1		
23- É necessário aprender muitos conceitos para utilizar o aplicativo.	2	1	1		1
24- O aplicativo fornece segurança ao usuário sobre as ações realizadas.	4	1			
25- O aplicativo pode ser usado facilmente por qualquer usuário, pois não exige conhecimentos técnicos.	2	2	1		
26- Seria interessante utilizar o aplicativo com mais frequência.	4	1			

O resultado apresentado na Tabela 15 evidencia uma predominância de respostas 'Sim', seguidas de 'Parcialmente com poucas restrições', ou seja, um indicativo de satisfação. Conforme apresenta o gráfico da Figura 66 a resposta 'Sim' prevaleceu sobre as demais respostas do grupo 2.



Figura 66. Resultado da avaliação do aplicativo Android - Turma C

A avaliação geral do aplicativo, realizada pelas três turmas, apresentou um grau de satisfação positivo em relação ao uso do aplicativo (Figura 67).

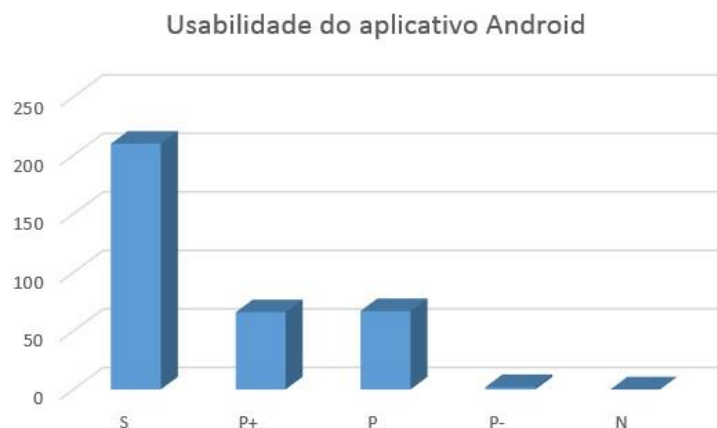


Figura 67. Avaliação geral do aplicativo Android

O resultado obtido com a avaliação de usabilidade realizada com os alunos evidenciou a necessidade de algumas melhorias no aplicativo. Dessa forma, algumas funcionalidades foram implementadas. A Figura 68 apresenta a tela inicial do aplicativo com alterações, ou seja, foram adicionadas algumas instruções para uso do aplicativo.

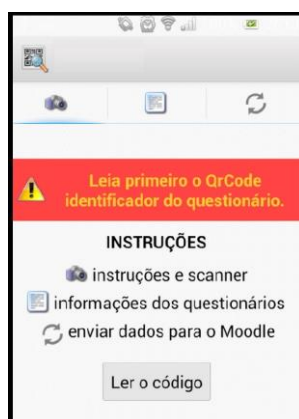


Figura 68. Tela inicial do aplicativo – versão atualizada

Também foi implementada a funcionalidade de aviso ao usuário quando um questionário estiver pendente de atualização (envio) no Moodle (Figura 69).

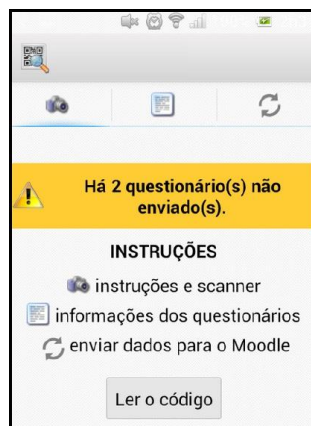


Figura 69. Tela com aviso de pendência de atualização dos questionários

Outra melhoria sugerida pelos alunos foi a possibilidade de obter *feedback* do questionário diretamente no aplicativo, sem exigir conexão (*off-line*). Tal funcionalidade foi implementada, permitindo o *feedback* do resultado, com a identificação dos erros e acertos. A Figura 70 apresenta um exemplo da interface do aplicativo com os resultados do questionário respondido.



Figura 70. Tela do aplicativo com o resultado de um questionário

As informações existentes no aplicativo também foram organizadas com o objetivo de facilitar o uso do aplicativo pelos alunos. A Figura 71 apresenta uma tela com os detalhes dos questionários, contendo a descrição da situação, número de questões respondidas e o número de acertos.

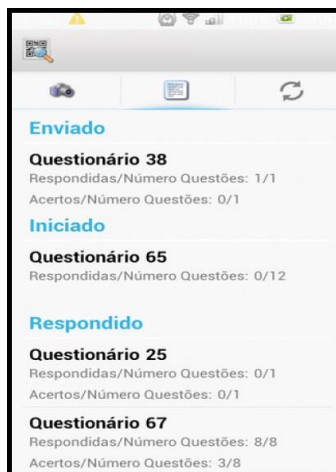


Figura 71. Tela de detalhes dos questionários

Vale ressaltar que o aplicativo Android foi testado apenas com o recurso Questionário (tabelas no Apêndice I). No entanto, o aplicativo pode ser aprimorado para permitir o registro da interação do usuário com outros recursos (através de código 2D), tais como:

- Registrar o acesso ao vídeo e ao áudio do OAM;
- Registrar o acesso (ou leitura) a uma página do OAM;
- Registrar o acesso a uma página web através do *link* disponível no OAM;
- Registrar resultados de outras atividades tais como as do *HotPotatoes*, entre outras.

Dessa forma, ao enviar os dados do aplicativo, os registros exemplificados acima poderão ser atualizados no Moodle, gerando um histórico de ações do aluno no OAM, o que pode contribuir para elaboração de estratégias, considerando que cada aluno possui um perfil (e um percurso) diferente para explorar o OAM.

6.2.4 O uso de novas tecnologias

Os experimentos realizados favoreceram a reflexão sobre as diferentes formas de apresentação da informação e o quanto é relevante que os alunos conheçam e saibam utilizá-las em benefício da aprendizagem. Durante o experimento, os alunos foram questionados quanto ao conhecimento da tecnologia de códigos 2D, mais especificamente QR Code. De acordo com as informações obtidas poucos alunos conheciam essa tecnologia. Alguns mencionaram que já tinham visto o código em vários locais (p. ex., estação de metrô, revistas, museu, escolas), mas não sabiam o que representava e como poderia ser utilizado.

Dessa forma, foram apresentados alguns exemplos de utilização de QR Code, inclusive na educação. Um fórum de discussão foi criado no Moodle para que os alunos pudessem compartilhar QR Code relacionados ao conteúdo abordado em aula (Figura 72).



Figura 72. Fórum criado para Oficina sobre Códigos 2D

A atividade exigiu a geração do código correspondente ao conteúdo abordado na aula, a publicação no fórum e em seguida, a decodificação do QR Code do colega e comentários. Compreende-se que o avanço e disseminação da tecnologia de códigos 2D demanda o conhecimento dos usuários para utilizá-la na

realização de tarefas, acesso e compartilhamento de informações, solução de problemas, etc. Dessa forma, verificou-se a relevância de conhecer a tecnologia para acesso e obtenção de informações, o que pode favorecer a inclusão digital.

Conforme aborda Fagundes (2005) a inclusão digital não é só o amplo acesso à tecnologia, mas a apropriação dela na resolução de problemas. Nesse contexto, é preciso não somente conhecer a tecnologia, mas saber utilizá-la de forma eficiente para alcançar as metas e objetivos definidos.

Segundo Carvalho (2003), a cada evolução da tecnologia digital, um contingente enorme de indivíduos deixa de ter acesso às informações que são armazenadas por meio da nova tecnologia, o que se denomina 'excluídos da sociedade da informação'. Um dos aspectos relevantes apontados pelo autor é a necessidade de aprimoramento das interfaces, pois "são como embalagens de *software*", ou seja, se são fáceis de aprender e simples de usar, o usuário ficará inclinado a fazer um bom uso do que está dentro. Nesse sentido supõe-se que a facilidade de uso da tecnologia pode colaborar para a inclusão. Essa característica foi considerada no desenvolvimento do aplicativo Android para decodificação de códigos 2D. Para Almeida (2005) "*a tecnologia funciona como um suporte que estabelece o diálogo entre o indivíduo e o grupo, a virtualidade e a realidade, a razão e a emoção, o analógico e o digital, o psicológico e o sociocultural*" (ALMEIDA, 2005, pg.181).

Considerando os códigos 2D como uma tecnologia de grande utilização em diferentes áreas, inclusive na educação, configura-se relevante que os professores aprendam a utilizar os códigos, aproveitando os seus benefícios para agregar ao material educativo. Utilizar ou não os códigos, é uma escolha, mas é pertinente que os alunos saibam o que representam e como funcionam, afinal um QR Code pode conter uma informação relevante e o usuário que desconhece seu funcionamento, não conseguirá obter tal informação.

Lopes e Valentini (2012) apresentaram os resultados de uma oficina aplicada, com o objetivo de proporcionar uma experiência estética e informacional

para a produção de sentidos sobre o digital-virtual utilizando tecnologias como QR Code, mídias digitais, geolocalização e blog. No estudo os autores relataram que alguns professores não conheciam a tecnologia QR Code, mas após conhecer a tecnologia conseguiram visualizar algumas possibilidades para aplicação na educação.

7. CONCLUSÕES

De acordo com os experimentos realizados, informações obtidas e observadas, verificou-se alguns indícios de que a integração de tecnologias, tais como códigos 2D, pode facilitar a aprendizagem e possibilitar mais interatividade ao conteúdo educacional. Além disso, constatou-se a relevância da utilização de diferentes recursos de modo a permitir as mesmas condições de estudo para os diferentes perfis de usuário, os quais utilizam diferentes meios para estudo. O estudo realizado permitiu identificar as características de cada tecnologia e seus benefícios para a educação, principalmente quando integradas.

O estudo também ressalta a importância de critérios específicos na elaboração de conteúdos educacionais para os diferentes meios, com a integração de princípios e teorias cognitivas e a aplicação de estratégias pedagógicas (GAGNÉ *et al.*, 2005; MAYER, 2005; BLOOM, 1974). No entanto, independente da diferença de desempenho dos grupos de acordo com o meio utilizado, percebeu-se um aumento no desempenho dos alunos em relação ao conteúdo desenvolvido. Nesse contexto, destaca-se a utilização de recursos complementares para favorecer a aprendizagem, conforme foi salientado ao longo desse trabalho, e não apresentar uma única tecnologia como solução. Dessa forma, o trabalho realizado nesta tese objetivou apresentar novas possibilidades de acesso aos conteúdos educacionais, as quais podem ser utilizadas por perfis diferentes, ou seja, alunos que preferem um meio a outro. A relevância está em disponibilizar o conteúdo de formas diferentes, oferecendo possibilidades distintas de acordo com o perfil do aluno. Além disso, os resultados retornaram *feedbacks* relevantes para a realização de melhorias no modelo proposto. Alguns alunos apontaram que a possibilidade de ter um conteúdo materializado é importante, não no sentido de obrigatoriedade de uso, mas como uma opção ou alternativa, o que se equipara com a proposta dessa tese. Os resultados evidenciaram que o uso de códigos 2D como o QR Code proporciona mais interatividade ao conteúdo

impresso, quando o aluno utiliza o dispositivo móvel como um meio complementar. De acordo com relatos dos alunos, a possibilidade de integrar recursos dinâmicos no material impresso tais como vídeo, animação, áudio, facilita o entendimento sobre o assunto, tornando o estudo mais agradável. Esses relatos indicam o quanto é relevante a utilização dos princípios da Aprendizagem Multimídia (MAYER, 2005) no desenvolvimento de conteúdo educacional. Conforme destaca Almeida (2005), o uso de diferentes formas de linguagem tais como texto, imagem, sons, etc. integrado às possibilidades de escolha cria novas possibilidades de interação que despertam a atenção e o prazer em aprender e produzir conhecimento. Além disso, Almeida (2005) destaca a relevância do hipertexto ao declarar que a multiplicidade de vínculos hipertextuais ultrapassa a lógica da linearidade do texto impresso, propiciando uma mobilidade, abertura e maleabilidade que transformam profundamente a leitura e escrita tradicional. Nesse sentido, percebe-se a relevância na integração de tecnologias, permitindo o uso de hipertextos.

Algumas dificuldades foram encontradas para realizar os experimentos, e evidenciadas inclusive pelo número reduzido de alunos pertencentes ao grupo 2 em todas as turmas. As dificuldades se referem ao número reduzido de dispositivos compatíveis com o leitor de códigos 2D, à instabilidade de conexão com a Internet no ambiente de teste e as configurações de alguns dispositivos, como por exemplo, a resolução da câmera, que dificultam a leitura (decodificação) do código. No entanto, o *feedback* positivo dos alunos em relação ao modelo proposto, incluindo o uso do aplicativo Android, sinaliza que o modelo pode apoiar (complementar) na elaboração de conteúdos e atividades para o ensino a distância, bem como no ensino presencial.

A aplicação que gera a materialização dos recursos (Questionário) pode auxiliar o professor na aplicação de questionários usando a proposta apresentada. A aplicação deve ser otimizada para permitir a materialização de outros recursos e ou atividades, e proporcionar uma materialização personalizada para o professor. Verificou-se que o uso de muitos códigos pode ocasionar

desconforto aos alunos e que o uso de ícones representando a funcionalidade do código auxilia no entendimento dos recursos disponíveis no OAM, e na usabilidade. Dessa forma, o professor pode utilizar um QR Code como uma opção no material de estudo. Portanto, os professores devem analisar ou priorizar quais recursos serão representados pelos códigos, senão o resultado pode ser oposto ao objetivo proposto, em vez de atrativo pode se tornar cansativo, principalmente na ocorrência de situações semelhantes às dificuldades citadas acima.

Nesse sentido, as regras devem ser aplicadas permitindo ao professor escolher os recursos a serem representados pelos QR Code. Por exemplo, se a página de um OAM possui muitos recursos, não necessariamente, todos devem ser representados pelos QR Code. Compreende-se que as regras devem existir para todos os recursos, porém, o professor pode especificar de acordo com os objetivos pedagógicos, quais recursos deverão ser representados pelo QR Code, evitando, inclusive, uma sobrecarga de informação.

No decorrer do estudo as pesquisas evidenciaram que muitos utilizam a mídia impressa devido à facilidade de leitura e anotações, principalmente quando o conteúdo é complexo. As pesquisas realizadas também evidenciaram que o vídeo auxilia no entendimento de conteúdos, principalmente quando o assunto é complexo. Dessa forma, a proposta pode atender a esse perfil de aluno, incluindo a possibilidade de fácil acesso às informações complementares, representadas pelos códigos 2D. E ainda, possibilita o acesso e uso dos recursos do tipo questionário, permitindo o registro das respostas e obtenção de *feedback*, mesmo *off-line*.

Os experimentos realizados nas três turmas abordaram três pontos principais, sendo eles: análise de desempenho, análise de interatividade e análise do aplicativo Android. Os experimentos realizados apresentaram resultados positivos nos três aspectos analisados, o que indica que o modelo proposto pode contribuir para a construção de conteúdos educacionais, no ensino presencial e a distância, com interatividade e mobilidade.

7.1 Contribuições

Dentre as contribuições da pesquisa destaca-se o estudo sobre a integração de tecnologias como alternativa para redução das limitações inerentes a cada tecnologia, quando usadas isoladamente. O estudo permitiu a análise das vantagens e desvantagens de cada tecnologia, com destaque para características relevantes tais como a mobilidade, ubiquidade e interatividade do conteúdo educacional.

Outra contribuição da pesquisa se refere ao modelo proposto que envolve o uso de aplicações para facilitar a materialização dos recursos de um OAM armazenado no AVA Moodle. O desenvolvimento do aplicativo complementou o modelo ao permitir o registro das respostas (*off-line* ou *on-line*) dos alunos que utilizaram o questionário materializado. Os aplicativos desenvolvidos podem ser empregados na elaboração de conteúdos educacionais para o ensino a distância e presencial, conforme as estratégias exemplificadas na tese ou a critério do professor.

A modelagem do processo de desenvolvimento de OAM, incluindo regras definidas para representação dos recursos, pode auxiliar os professores na tarefa de materialização de OAM. O processo possui regras que definem o formato de cada recurso considerando os diferentes meios. Dessa forma, o estudo também contribuiu com a análise de metadados para OAM, propondo a inclusão de novos recursos.

Outra contribuição foi o levantamento de informações sobre o uso da mídia impressa e das demais mídias utilizadas pelos alunos, o que proporcionou resultados relevantes para a pesquisa. De certa forma, algumas diferenças foram encontradas nas diferentes turmas, o que pode indicar a necessidade da análise de algumas variáveis (idade, área de conhecimento, classe social, etc.) relacionadas à preferência por um meio específico.

A pesquisa oportunizou uma experiência gratificante ao apresentar recursos desconhecidos aos alunos, uma vez que a maioria não conhecia a tecnologia de códigos 2D e apresentaram interesse em utilizá-la. Além disso,

alguns professores também desconheciam as possibilidades de uso dessa tecnologia na educação. As oficinas realizadas, sobre códigos 2D e suas aplicações, proporcionaram uma experiência de inclusão digital, uma vez que alunos e professores desconheciam tal tecnologia e aprenderam a utilizá-la.

7.2. Trabalhos futuros

Como continuação do trabalho desenvolvido para a materialização do OAM, seguindo as regras para o modelo proposto, pode-se aprimorar a aplicação para permitir a materialização automática de todos os recursos de um OAM. De acordo com o *feedback* dos alunos, a materialização com códigos em excesso pode ser uma desvantagem, deixando de ser motivador, e se tornar cansativo devido às dificuldades apresentadas anteriormente, tais como câmera do dispositivo ou acesso a Internet ineficiente. Dessa forma, a ferramenta para materialização poderia oferecer duas opções: i) representar automaticamente todos os recursos de um OAM de acordo com as regras definidas; ii) permitir que o professor escolha o recurso a ser representado pelo código. A segunda opção permite ajustar o conteúdo de acordo com a metodologia ou objetivo a ser alcançado permitindo usos diferenciados e mais apropriados da tecnologia.

Nesse sentido, será necessário otimizar o aplicativo Android, atualmente utilizado somente para questionários, de forma a permitir o registro de diferentes ações do usuário no próprio dispositivo para posterior atualização no *Moodle*. Dessa forma, o aluno que imprime ou recebe o material impresso poderá estudar usando a mídia impressa e realizar ações dinâmicas (*off-line* e *on-line*) usando o dispositivo. Com a ampliação do aplicativo existente, o aluno poderá explorar (*off-line* e *on-line*) outros recursos do OAM além do questionário, desfrutando de mais interatividade. Dessa forma, a análise do registro das ações do aluno, atualizado no Moodle via dispositivo móvel, poderá permitir a adequação do conteúdo de acordo com o estilo cognitivo do aluno.

Uma funcionalidade não implementada nesse projeto, porém relevante é a geração de QR Code com a identificação do aluno, ou seja, ao acessar o Moodle para fazer *download* de um OAM materializado, a aplicação materializa o OAM incluindo um código de identificação do aluno, que facilitará o registro de todas as suas ações ao utilizar o OAM. Ao utilizar os metadados do modelo será possível relacionar um recurso ao contexto por meio de sua descrição. Dessa forma, será possível identificar a página e o tópico acessados pelo aluno através do registro de acesso aos recursos do OAM.

A interface do OAM acessado digitalmente poderia conter QR Code de forma semelhante à versão impressa, proporcionando uma interface padrão independente do meio utilizado para acesso. Além disso, recursos devem ser empregados no desenvolvimento de OAM para possibilitar a utilização pelo meio tátil (tecnologia *Touch Screen*). O OAM Grandezas desenvolvido em *Flash*, ao ser acessado pelo dispositivo móvel, permite a manipulação no modo *touchscreen*, porém o OAM desenvolvimento em HTML deve ser aprimorado para proporcionar esse tipo de interação.

Em relação ao modelo de metadados destaca-se a necessidade de realizar uma prova de conceito, bem como expandir a pesquisa no que tange a proposta de padrão para Objetos de Aprendizagem Multimodais.

REFERÊNCIAS

AbraEAD, **Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta e a Distância**, São Paulo: Instituto Monitor, 4.ed.Coordenação: Fábio. Sanchez. 2008.

ADL. Advanced Distributed Learning. **SCORM**. Disponível em: <http://www.adlnet.org>. Acesso em: 09 Jul 2012.

AL-KHALIFA, H. S., Utilizing QR-Code and Mobile Phones for Blinds and Visually Impaired People, In: K. Miesenberger et al. (Eds.), **ICCHP**, LNCS 5105, pp. 1065–1069, 2008

ALMEIDA, M. E. B, Letramento digital e hipertexto: contribuições à educação, In: **Inclusão Digital Tecendo redes afetivas / Cognitivas**, Pellanda, N.M.C., Schlunzen, E.T.M. e Junior, K. S. (orgs), Rio de Janeiro: DP&A. 2005.

ALVES, L., BRITO, M. O Ambiente Moodle como Apoio ao Ensino Presencial, **Congresso ABED**, 2005. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/085tcc3.pdf>, Acesso em: 10 Out. 2010.

ALVES, M. D. R.; SOUZA, M. I. F., Estudo de correspondência de elementos metadados :Dublin Core e Marc 21, **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 20-38. 2007

AUSUBEL, D. . **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.2003.

BARBOSA, D.N.F., 2007. **Um modelo de educação ubíqua orientado à consciência do contexto do aprendiz**, Tese de doutorado em Ciência da Computação, UFRGS.

BARBOSA, J. et al. LOCAL: a Model Geared Towards Ubiquitous Learning, **SIGCSE'08**, March 12–15, Portland, Oregon, USA. 2008.

BARBOSA, M. L. K.; ROESLER, V.; REATEGUI, E., Uma proposta de modelo de interface interoperável para web, TV digital e dispositivos móveis, **RENTE-Novas Tecnologias na Educação**, V. 7 Nº 1, Julho, 2009.

BARBOSA, D.N.F. *et al.* Em direção a Educação Ubíqua: aprender sempre, em qualquer lugar, com qualquer dispositivo. **RENTE-Novas Tecnologias na Educação**, 2008. Vol.6 Nº.1.

BARBOSA, J. et al. Computação móvel e ubíqua no contexto de uma graduação de referência, **Revista Brasileira de Informática na Educação**, 2007, v.15 n.3.

BARTHOLO, V. F.; AMARAL, M. A.; CAGNIN, M. I., Uma Contribuição para a Adaptabilidade de Ambientes Virtuais de Aprendizagem para Dispositivos Móveis, **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 17, n. 02, 2009.

BATISTA, S. C. F. et al. Celular como ferramenta de apoio pedagógico ao cálculo, **RENOTE- Novas Tecnologias na Educação**, V. 9 N° 1, julho, 2011.

BATISTA, S. C. F. **M-LEARMAT: Modelo pedagógico para atividades de m-learning em matemática**. Programa de pós-graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de doutorado. 2011

BELISÁRIO, A. O material didático na educação a distancia e a constituição de propostas interativas, In: SILVA, M. (org), **Educação Online**, São Paulo:Loyola, 2006 p. 137-148.

BLOOM, B. et al. **Taxonomia de Objetivos Educacionais**, Domínio Cognitivo. Editora Globo: Porto Alegre, 1974.

BRASIL, **Referenciais de qualidade para Educação Superior a Distância**, Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, Brasília, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/refead1.pdf>. Acesso em: Mai. 2013.

BRAULE, R. **Estatística aplicada com Excel: para cursos de administração e economia**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2001

BULEGON, A. M. **Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa**, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de doutorado. 2011.

CARVALHO, J. O. F. O papel da interação humano-computador na inclusão digital, **Transinformação**, Campinas, 2003. 15 ed.75-89

CENSO Ead.br. **Censo ead.br / organização Associação Brasileira de Educação a Distância**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

CENSO Ead.br, **Relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2010**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

CHEN, Y. S. et al. 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**, 2002. pp.15–22.

CURTIS, M. et al. '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**, 2002. pp.23–30.

DCMI, **Dublin Core Metadata Element**. Disponível em: <http://dublincore.org/documents/dces/>, Acesso em: Fev. 2011.

EDUCAUSE, EDUCAUSE Learning Initiative, **7 things you should know about...QR Codes**, 2009. Disponível em: <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELi7046.pdf> , Acesso em: Jan. 2011.

ENAP, **Educação a distância em organizações públicas; mesa-redonda de pesquisa-ação**. Brasília: ENAP. 2006. 200 p.

FAGUNDES, L. C. **Entrevista com Léa Fagundes sobre a inclusão digital**. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/politicas-publicas/planejamento-e-financiamento/podemosvencer-exclusao-digital-425469.shtml>. Acesso em: Jun. 2013.

FALAS, T.; KASHANI, H., 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**. 597 – 600, White Plains, NY.2007.

FERNANDES, K. T. et al. Question Mobile: Ampliando Estratégias de Avaliação da Aprendizagem por Meio de Dispositivos Móveis, **Anais do XXIII SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Rio de Janeiro. 2012.

FILATRO, A. **Design instrucional na prática**, São Paulo: Pearson Education do Brasil. 2008.

FORMENT, A.M.; GUERRERO, M.J.G. Moodlible: Extending Moodle to the Mobile On/Offline Scenario. In: **Proceedings of IADIS International Conference Mobile Learning**. Algarve, Portugal, 2008.

FRANCISCATO, F. T.; MEDINA, R. D., Sistema de Gerenciamento de Objetos de Aprendizagem para dispositivos Móveis, **RENOTE - Novas Tecnologias na Educação**, V. 7 N° 1, Julho, 2009

FRANCISCATO, F. T. et al., ROAD: Repositório Semântico de Objetos de Aprendizagem para Objetos de Aprendizagem, **Quinto Congresso LatinoAmericano de Objetos de Aprendizagem- LACLO**, São Paulo, 2010.

FURLAN, R., EHRENBURG, K. C. Desenvolvimento de conteúdo audiovisual para dispositivos móveis, In: SQUIRRA, S.; BECKER, V. (orgs), **TVDigital.br**, São Paulo:Ateliê Editorial , 2009 p.171 -189.

GAGNÉ, R. *et al.* **Principles of Instructional design**. 5. ed. ThomsonWadsworth, 2005.

GAGNÉ, R. M. **Como se realiza a aprendizagem**, Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos, 1976.

GHIRON, S. L.; MEDAGLIA, C. M.; PERRONE, A., “Art-sonomy”: Social Bookmarking of Real Artworks via Mobile Applications with Visual Tags, Part III, **HCI 2009**, LNCS 5616, pp. 375–384.2009.

GOMES, F. J. L., **Explorando Objetos de Aprendizagem na TV digital: estudo de caso de alternativas de interação**, Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: PGIE/UFRGS, 2009 162p. Tese de Doutorado.

HARRIS, P., Goin’ Mobile, **Learning Circuits**. 2001. Disponível em: <http://www.learningcircuits.org/2001/jul2001/harris.html>. Acesso em: Jan. 2011.

HEPPELL, S. **The future of e-learning' in connected online:ICT in practice in Scottish education**. 2002. Disponível em: <http://www.ltscotland.org.uk/> Acesso em: Set. 2010.

HODGE, G., Metadata made simpler: a guide for libraries, Bethesda, **MD: National Information Standards Organizations**, 15p. 2001.

HOOFT, M. V. et al. What is ubiquitous computing ? In: Hooft and Swan, **Ubiquitous Computing in Education Invisible technology, visible impact**, London: Lawrence Erlbaum Ass., 2006. p. 3-17

IBGE, PNAD, **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2009**, Disponível em : http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1708 Acesso em : 17 Mai. 2011

IBGE, PNAD **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**, 2011. Disponível em:http://ftp.ibge.gov.br/Acesso_a_internet_e_posse_celular/2011/PNAD_Inter_2011.pdf. Acesso em: Mai. 2013

IEEE, L.T.S.C., **IEEE Standard for learning object metadata**, 2002. Disponível em:< <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>> Acesso em: 28 Set. 2010

JACO, C. O uso do Material Didático Impresso em EaD, **Aguarras**. 2008 Disponível em: <http://aguarras.com.br/2008/04/02/o-uso-do-material-didatico-impresso-em-ead/>. Acesso em: 30 Mar. 2011.

JORDAN, L.; GREYLING, P. **Practical Android Projects**, New York: Apress, 2011.

KING, C.; ABLESON, W. F.; SEN, R. **Android em ação**, Elsevier-Campus. 2012.

KLEMMER, S. et al., Books with Voices: Paper Transcripts as a Tangible Interface to Oral Histories, **CHI 2003: NEW HORIZONS**, Ft. Lauderdale, Florida, USA 2003 p.89-96.

LAWSON, B.; SHARP, R., **Introducing HTML5**, Londres: New Riders. 2011.

- LI, Y. et al., Research on New Generation e-Learning System for Ubiquitous Learning, **IFITA '09**. International Forum on Information Technology and Applications, China. pag. 275-279, 2009
- LIU, T., CHU, Y., Using ubiquitous games in an English listening and speaking course: Impact on learning outcomes and motivation, **Computers & Education**, 55, 2010, p. 630-643
- LIU, T.Y., Tan, T. H.; Chu, Y.L., Outdoor natural science learning with an RFID-supported immersive ubiquitous environment. Educational Technology and Society 2009, p.124-140
- LOBATO, I. M. O Processo interativo na educação a distância: Professor, Aluno e Material Didático, **Revista Científica de Educação a Distância**, 2009. Vol 2 – Nº1 – JUN 2009 | ISSN 1982-6109.
- LOPES, D. Q.; VALENTINI, C. B. Mídias locativas e realidade mixada: a produção de sentidos sobre o digital-virtual a partir da cartografia com suporte das tecnologias digitais, **Educação Unisinos**, 2012, pag. 205-214.
- LYTRAS, M. et al. Interactive Television and e-learning Convergence: Examining the Potential of t-learning, **European Conference on e-learning**, 2002. 11 p.
- MANAKSHE, A. R.; GULHANE, V. S. Implementation of m-learning through MLE Moodle, **IJCA Proceedings on International Conference in Computational Intelligence (ICCIA)** 2012.
- MARINHO, E., RESENDE, R., Extensão de um metamodelo de Aplicações Baseadas na Web considerando Ajax, **Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)**, Bahia, 2011.
- MASETTO, M. T., Mediação pedagógica e o uso da tecnologia, In: **Novas tecnologias e mediação pedagógica**, Moran, J.M., Masetto, M.T., Behrens, M.A., SP:Papirus, 13ª ed., 2007.
- MAYER, R. E. Introduction to Multimedia Learning. In: MAYER, R. E. (Ed.). **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**. New York: Cambridge University Press, 2005. p.1-18.
- MAYER, R.E., MORENO, R. Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning Educational **Psychologist**, 38(1), 2003. 43–52
- MELO, B. R. S. et al. Objeto de Aprendizagem Gangorra Interativa na Compreensão Conceitual de Grandezas. **WIE – Workshop sobre Informática na Escola**, Belém-PA. 2008.

MIYAOKU, K.; TANG, A.; FELS, S., C-Band: A Flexible Ring Tag System for Camera-Based User Interface, In: R. Shumaker (Ed.), *Virtual Reality*, **HCII 2007**, LNCS 4563, 2007. pp. 320–328.

MOODLE, **Open-source community-based tools for learning**, Disponível em: <http://moodle.org/>, Acesso em: 10 Nov. 2010.

MOORE, M.; KEARSLEY, G. **Educação a distância: uma visão integrada**, São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MORENO, R., MAYER, R. Interactive Multimodal Learning Environments, Special Issue on Interactive Learning Environments: Contemporary Issues and Trends, **Educ Psychol Rev** 2007. 19:309–326.

NIELSEN, J. **Ten Usability Heuristics**. 1995, Disponível em: <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>, Acesso: Mai. 2013

OBAA, **Portal OBAA**, Disponível em: <http://www.portalobaa.org/obaac>, Acesso em: Mar. 2011.

OGATA, H., YANO, Y. How Ubiquitous Computing can support language learning., **Proc. of KEST**, 2003. p.1-6.

OGATA, H., YANO, Y. Knowledge awareness for a computer-assisted language learning using handhelds. **International Journal of Continuous Engineering Education and Lifelong Learning**, 2004. v. 14, n. 4-5. p.435-449.

O'HARA, K.; SELLEN, A., A Comparison of Reading Paper and On-Line Documents. In **Proceedings of CHI 97**, USA, p. 335-342. ACM Press. 1997.

ORLANDI, B. H.; ISOTANI, S. Uma Ferramenta para Distribuição de Conteúdo Educacional Interativo em Dispositivos Móveis, **Anais do XXIII SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Rio de Janeiro. 2012.

ÖZDEMİR, S. Supporting printed books with multimedia: A new way to use mobile technology for learning, **British Journal of Educational Technology**, 2010. v. 41 n. 6, pp.135–138..

PALLOFF, R. M.; PRATT, K. **O aluno virtual: um guia para trabalhar com estudantes on-line** Porto Alegre: Artmed. 2004. 216p.

PATOKORPI, E. et al. Learning objects to support constructivist learning, p.p. 187-221 In: Harman, K & Koohang, A. (Eds), **Learning objects: applications, implications & future directions**, Santa Rosa, Califórnia: Informing Science Press. 2007.

PELLANDA, E. C. Comunicação móvel no contexto brasileiro, In: LEMOS, A, JOSGRILBERG, F. (orgs), **Comunicação e mobilidade- aspectos**

socioculturais das tecnologias móveis de comunicação no Brasil, Salvador: EDUFBA, 2009. p. 11-18.

PETERS. O. **Didática do ensino a Distância**, São Leopoldo: Editora Unisinos, 2007.

PRENSKY, M., **Digital natives, Digital immigrants**, MCB University Press, 2001. v. 9, n. 5.

QR Code, **History of QR Code**, Disponível em: <http://www.qrcode.com/en/history/>, Acesso em: Set. 2013

QUINN, C., mLearning: mobile, wireless, in-your-pocket, **Line Zine**. 2000. Disponível em: <http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm>. Acesso em : Jan. 2010

RAMSDEN, A., 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.

REATEGUI, E. Interface para softwares educativos, **RENOTE – Novas Tecnologias na Educação**. 2007 v.5. n.1

RIBEIRO, P. S. et al, Validação de um Ambiente de Aprendizagem Móvel em Curso a Distância, **XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Florianópolis - SC, ISSN: 2176-4301, 2009.

ROESLER,V. et al., Uma proposta de arquitetura interoperável integrando Web, TV Digital e dispositivos móveis, **XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Florianópolis - SC , ISSN: 2176-4301, 2009.

RONALLO, J., HTML5 Microdata and Schema.org, **Code4Lib Journal**. 2012. Disponível em:[http://journal.code4lib.org/articles/6400?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+c4lj+\(The+Code4Lib+Journal\)](http://journal.code4lib.org/articles/6400?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+c4lj+(The+Code4Lib+Journal)) Acesso em: Jun. 2013

ROUILLARD, J., LAROUSSE, M., PerZoovasive: contextual pervasive QR codes as tool to provide an adaptive learning support. In **Proceedings of CSTST'2008**. 2008. pp.542~548

SALGADO, M. U. C., Características de um bom material impresso para a educação a distância, In: **Integração das Tecnologias na Educação/ Secretaria de Educação a Distância**. Brasília: Ministério da Educação, Seed, (Orgs) Maria Elizabeth Bianconcini de Almeida e José Manuel Moran, 2005.

SANTOS, N. S. R. S.; LIMA, J. V.; WIVES. L. K., Metadados para Objetos de Aprendizagem com foco na mobilidade e ubiquidade, **SBIE- Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2011.

SANTOS *et al.*, Monitoramento navegacional do aluno para descoberta de padrões de preferências de aprendizagem no Moodle, **Cadernos de Informática** - Volume 6 - Número 1, 2011. pp. 109-116

SANTOS, N. S. R. S.; LIMA, J. V.; WIVES, L. K., Ubiquidade e mobilidade de Objetos de Aprendizagem usando o papel como recurso, **RENOTE- Novas Tecnologias na Educação**, 2010. v. 8 n.3

SANTOS, N. S. R. S.; LIMA, J. V.; WIVES, L. K., Mobilidade de conteúdos educacionais: adicionando recursos complementares e interação ao papel, **RENOTE – Novas Tecnologias na Educação**, 2011 v.9 n.1

SANTOS, N. S. R. S.; LIMA, J. V.; WIVES, L. K., Creating Ubiquitous and Mobile Educational Content, **LACLO - Sexto Congresso Latinoamericano de Objetos de Aprendizagem**, 2011.

SANTOS, N. S. R. S.; WIVES, L. K., Criação de conteúdos educacionais em busca da mobilidade e ubiquidade, **Cadernos de Informática** - Volume 6 - Número 1 – 2011

SANTOS, et al. Uma Proposta de Modelo para Objetos de Aprendizagem, **WIE – Workshop sobre Informática na Escola**, Belém do Pará. 2008.

SANTOS, N. S. R. S.; LIMA, J. V.; WIVES, L. K. Integration of technologies in the development of interactive educational content. In: **CSEDU**, 2012, Porto. 4^a International Conference on Computer Supported Education, 2012.

SANTOS, et al., Metadados para Objetos de Aprendizagem: prova de conceito do modelo UMBRELO. In: **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2012, Rio de Janeiro. XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2012.

SCHEER, S., GAMA, C. L. G., Construção de um repositório para objetos educacionais hipermédia, In: **Congresso Nacional de Ambientes Hipermédia para Aprendizagem – CONAHPA**, Florianópolis - SC, 2004, 8 p.

SELLEN, A., HARPER, R. **The Myth of the Paperless Office**. Cambridge, MA: MIT Press. 2001.

SHIH, Y. E.; MILLS, D.; Setting the New Standard with Mobile Computing in Online Learning, **The international review of research in open and distance learning**. 2007.

SILVA, D. L. M, REBOUÇAS, A. D. D. S. MyQuímica – Um jogo para auxiliar no ensino aprendizagem das nomenclaturas químicas, **Anais do XXII SBIE- Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Aracaju. 2011.

SILVA, S. S. R., NOBREGA, S. M.; JACOB. A.F.L., Labirinto do Rato: jogo educacional infantil para dispositivos móveis, **Anais do XXII SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Aracaju. 2011

SOUZA, M. I. F.; VENDRUSCULO, L. G.; MELO, G. C., Metadados para a descrição de recursos de informação eletrônica: utilização do padrão Dublin Core. **Ciência da Informação**, 2000, v. 29, n. 1, p. 93-102.

SPARROW, B.; LIU, J.; WEGNER, D.M. Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips, **Scienceexpress**. 2011. Disponível: www.scienceexpress.org, Acesso em: Set. 2011.

SUSONO,H.; SHIMOMURA,T. Using Mobile Phones and QR Codes for Formative Class Assessment, **Current Developments in Technology-Assisted Education**, Badajoz, Spain: FORMATEX. 2006, 1006-1010

SWELLER, J. **Instructional design in technical areas**. Camberwell, Austrália:ACER Press.1999.

SWELLER, J. Instructional Design Consequences of an Analogy between Evolution by Natural Selection and Human Cognitive Architecture, **Instructional Science** 2004. 32: 9–31.

TARJAN, et al. Automatic Identification based on 2d barcodes, **International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM)**, 2011, v.2 n.4, pp151-157.

TAROUCO et al., Multimídia Interativa: Princípios e Ferramentas, **Renote-Novas Tecnologias na Educação**, 2009. v. 7 n 1.

TVA. **TV-Anytime Forum**. S3 metadata (normative) v1.2. TV-Anytime Specification, 2003. Disponível em: <http://www.tv-anytime.org>. Acesso: Set. 2012

VAZQUEZ-BRISENO, M. et al., Using RFID/NFC and QR-Code in Mobile Phones to Link the Physical and the Digital World, **Interactive Multimedia**, InTech, 2012, pp. 219-242

VEEN, W., VRAKING, B., **Homo Zappiens educando na era digital**, Porto Alegre: Artmed. 2009.

VERNE, J., **Around the world in 80 days -The ubitour version guided by your mobile phone**, Indianapolis : Ubimark Books, 2010, v. 1

VICARI, R. M *et al.*, Proposta de padrão para metadados de Objetos de Aprendizagem multiplataforma, **Projeto OBAA - Relatório Técnico RT-OBAA-01**. Disponível em: <http://www.portalobaa.org/obaac/padrao-obaa/relatorios-tecnicos/RT-OBAA-01.pdf>, 2009. Acesso em: 05 Jun. 2010

VICARI, R. M. *et al.*, Proposta Brasileira de Metadados para Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA), **RENOTE- Novas tecnologias na educação**, 2010, v.8 n.2

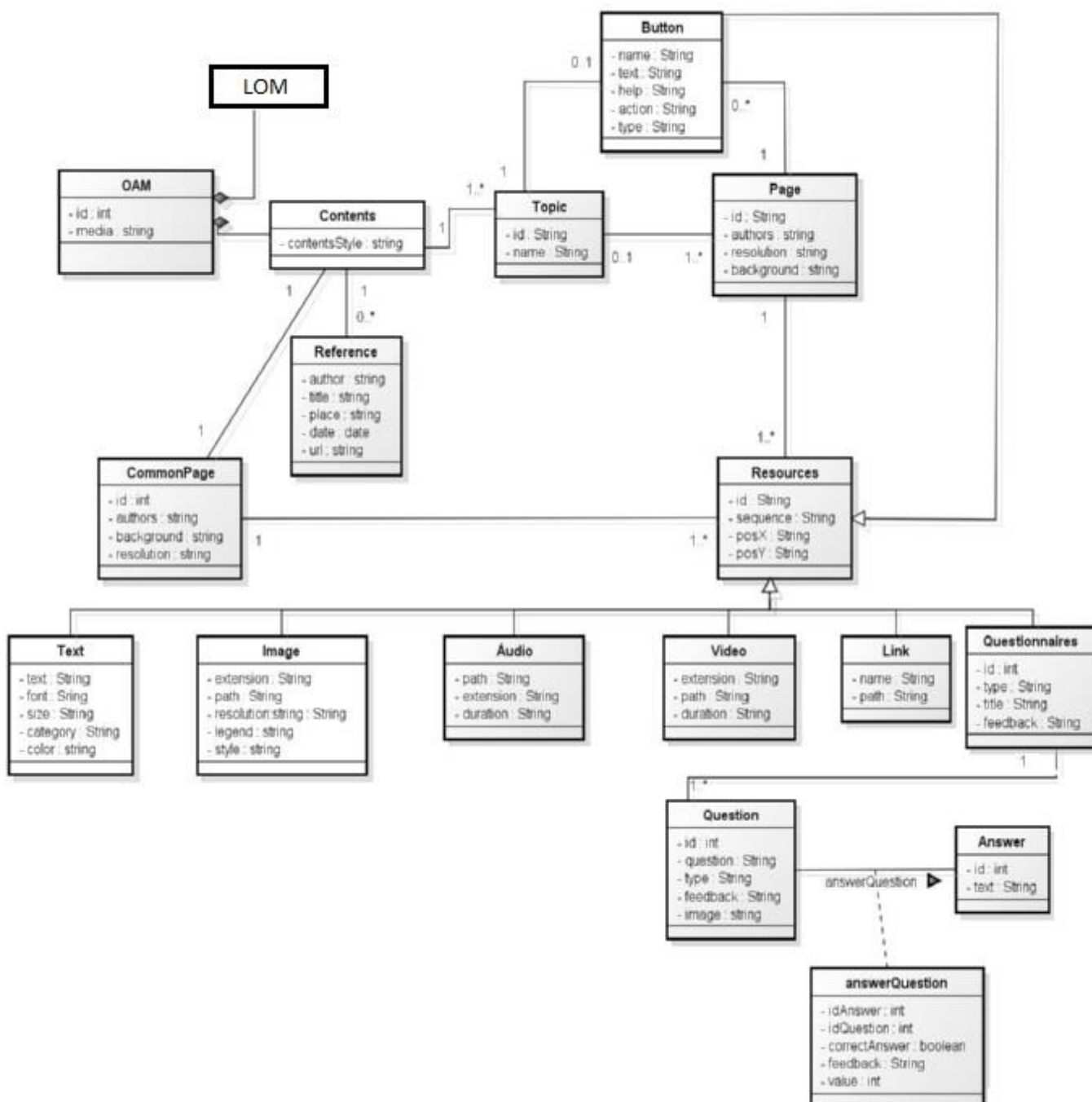
W3SCHOOLS, HTML **Meta name**, disponível em: http://www.w3schools.com/tags/att_meta_name.asp, Acesso em: Mai. 2013

WILEY, D., **Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy**, 2001. Disponível em: <http://www.elearning-reviews.org/topics/technology/learning-objects/2001-wiley-learning-objects-instructional-design-theory.pdf> , Acesso em: Nov. 2010.

YOSHIDA, Y.; MIYAOKU, K.; SATOU, T., Mobile Magic Hand:Camera Phone Based Interaction Using Visual Code and Optical Flow, J. Jacko (Ed.), **Human-Computer Interaction**, Part II, HCII 2007, LNCS 4551, 2007. pp.513–521

APÊNDICES

Apêndice A - Metadados do Modelo



Detalhamento:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<OAM>
  <LOmetadata>
    <General>
      <identifierCatalog> </identifierCatalog>
      <identifierEntry> </identifierEntry>
      <title> </title>
      <language> </language>
      <description> </description>
      <keyword> </keyword>
      <structure></structure>
      <coverage></coverage>
      <aggregationLevel></aggregationLevel>
    </General>
    <LifeCycle>
      <version> </version>
      <status> </status>
      <contributes>
        <role> </role>
        <entity> </entity>
        <date> </date>
      </contributes>
    </LifeCycle>
    <MetaMetadata>
      <identifier>
        <catalog></catalog>
```

```
        <entry></entry>
</identifier>
<contribute>
    <role></role>
    <entity></entity>
    <date></date>
</contribute>
<schema></schema>
<language></language>
</MetaMetadata>
<Technical>
    <format> </format>
    <size> </size>
    <location> </location>
    <requirementType> </requirementType>
    <requirementName> </requirementName>
    <installationRemarks></installationRemarks>
    <duration></duration>
    <otherPlatformRequirements></otherPlatformRequirements>
</Technical>
<Educational>
    <interactivityType> </interactivityType>
    <description> </description>
    <language> </language>
    <context> </context>
    <interactivityLevel> </interactivityLevel>
    <resource_type> </resource_type>
    <typicalAgeRange> </typicalAgeRange>
    <learningContentType></learningContentType>
    <interaction></interaction>
```

```
<didacticStrategy></didacticStrategy>
<learningResourceType></learningResourceType>
<typicalLearningTime></typicalLearningTime>
<difficults></difficults>
<endUseRole></endUseRole>
<semanticDensity></semanticDensity>
</Educational>
<Rights>
  <cost> </cost>
  <copyright> </copyright>
  <description> </description>
</Rights>
<Relation>
  <kind></kind>
  <resource>
    <identifier_catalog></identifier_catalog>
    <identifier_entry></identifier_entry>
    <description></description>
  </resource>
</Relation>
<Annotation>
  <entity></entity>
  <date></date>
  <description></description>
</Annotation>
<Classification>
  <purpose></purpose>
  <keyword></keyword>
  <description></description>
  <taxonPath></taxonPath>
```

```

</Classification>
</LOmetadata>
<Contents>
  <CommonPages>
    <resolution></resolution>
    <background></background>
    <Resource type=""></Resource> {text, image, video, audio, link, questionnaires, button}
  </CommonPages>
  <Topic id="" name="" >
    <Page id="">
      <resolution></resolution>
      <background></background>
      <Resource type="">
        <Text id="" sequence="" posX="" posY="">
          <text> </text>
          <font> </font>
          <color></color>
          <size> </size>
          <category> </category>
        </Text>
        <Image id="" sequence="" posX="" posY="">
          <extension></extension>
          <path> </path>
          <resolution></resolution>
          <style></style>
          <legend></legend>
        </Image>
        <Button id="" sequence="" posX="" posY="">
          <name> </name>
          <text> </text>

```



```
<action> </action>
<image> </image>
</Button>
<Video id="" sequence="" posX="" posY="">
  <extension></extension>
  <path> </path>
  <duration> </duration>
  <resolution></resolution>
</Video>
<Audio id="" sequence="" posX="" posY="">
  <extension></extension>
  <path> </path>
  <duration> </duration>
</Audio>
<Link id="" sequence="" posX="" posY="">
  <name> </name>
  <path </path>
</Link>
<Questionnaires id="">
  <type></type>
  <title></title>
  <feedback></feedback>
<Question id="">
  <description></description>
  <type></type>
  <feedback></feedback>
  <image></image>
  <answer id="">
    <text></text>
    <correctAnswer></correctAnswer> {true/false}
```

```
<feedback></feedback>  
<value></value>  
</answer>  
</Question>  
</Questionnaires>  
</Resource>  
</Page>  
</Topic>  
</Contents>  
</OAM>
```

Apêndice B - Regras

If access = computer

```
If Page has image
    format_imagem = png

If Page has audio
    If browser = Explore or Chrome or Safari
        Audio_format = mp3
    Else
        If browser = Firefox or Opera
            Audio_format = ogg
        End
    End

If Page has video
    If browser = Firefox or Chrome or Opera
        Video_format = webm
    else
        If browser = Explorer or Safari
            Video_format = mp4
        End
    End

If Page has text
    Text_font = arial

If Page has button
    Button_type= button or reset or submit

If Page has link
    Link_format= url
```

If access = printed media

```
If Page has image
    If Image_visible = true
        Image_format = printed
    Else
        Image_format = QR Code
    End

If Page has audio
    Audio_format = QR Code

If Page has video
    Video_format = QR Code
```

```
If Page has text
  If Text_visible = true
    Text_format = printed
    Text_font = Times
  Else
    Text_format = QR Code
  End
```

```
If Page has button
  Button_format = QR Code
```

```
If Page has link
  Link_format = QR Code
```

If access = mobile device

```
If Page has image
  Image_format = png
```

```
IF Page has audio
  Audio_format = mp3
```

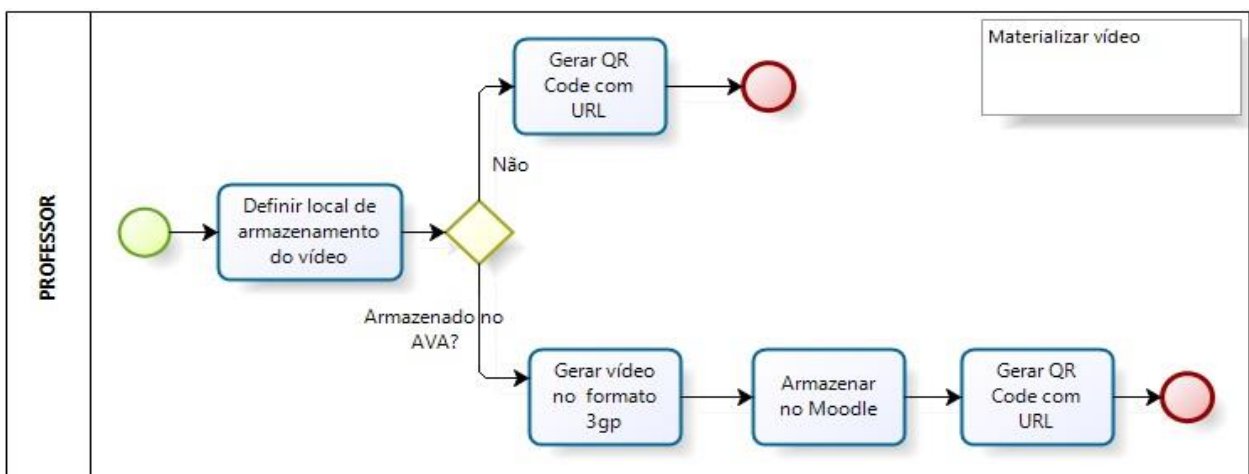
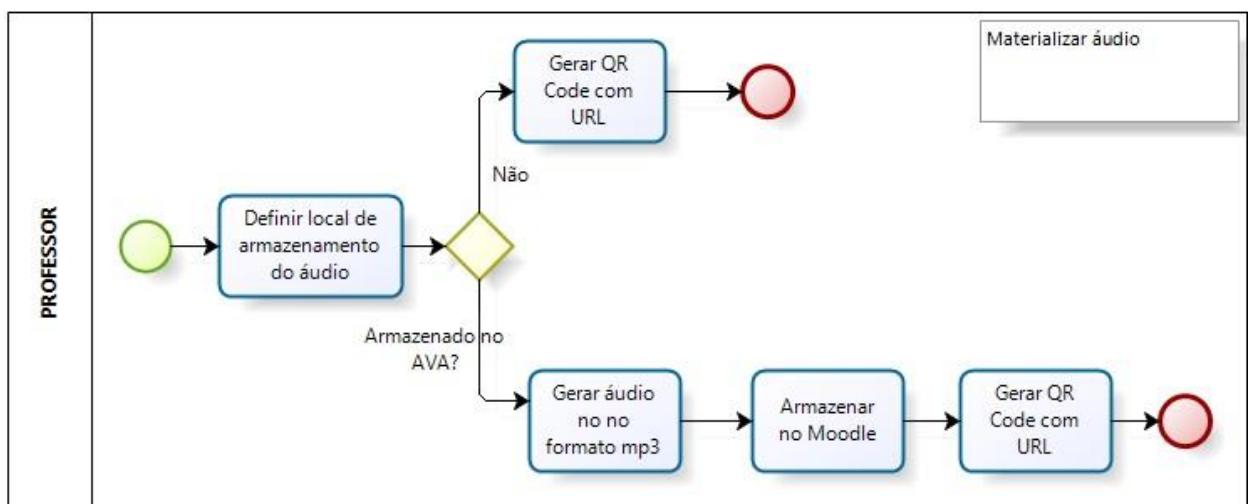
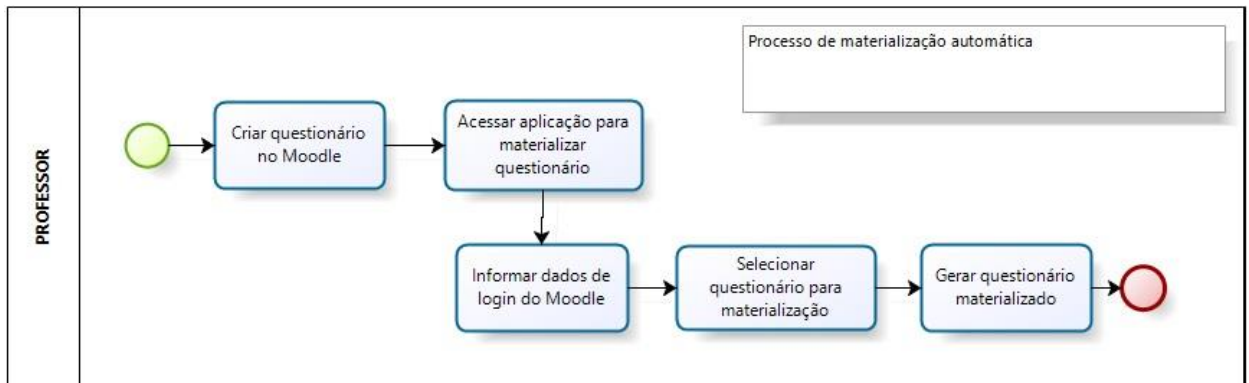
```
IF Page has video
  Video_format = 3gp
```

```
If Page has text
  Text_format = Arial
```

```
If Page has button
  Button_type = button or reset or submit
```

```
If Page has link
  Link_format = url
```

Apêndice C – Exemplos de processos de materialização de OAM



Apêndice D - Questionário materializado pela aplicação do modelo M-ROAMIN



Questionário 2
by admin

Questionário 2

QRCode identificador do questionário. Leia antes de começar a responder o questionário.



1) questao1_arvore: Para que valores de t (grau mínimo) a seguinte árvore é uma árvore B válida?

- a) 3
- b) 2
- c) 2 e 3
- d) 3 e 4



2) questao2_arvore: A inserção das seguintes chaves: B, Q, L, F na seguinte árvore de grau mínimo igual a 3, resultará em uma árvore de:

- a) Nível 3, com 1 chave no nó raiz, com 2 nós internos e 7 nós folhas, após 3 particionamentos de nós durante as inserções
- b) Nível 2, com 1 chave no nó raiz, com 2 nós internos e 6 nós folhas, após 2 particionamentos de nós durante as inserções
- c) Nível 2, com 1 chave no nó raiz, com 2 nós internos e 6 nós folhas, após 3 particionamentos de nós durante as inserções
- d) Nível 1, com 5 chaves no nó raiz, 6 nós folhas, após 1 particionamento de nós durante as inserções



3) questao3_arvore: O particionamento de nós ocorre quando:

- a) O nó onde a chave a ser inserida possui $t-1$ chaves
- b) O nó onde a chave vai ser inserida possui $2t-1$ chaves
- c) Quando a chave a ser inserida é um valor intermediário das chaves contidas no nó
- d) O nó pai do nó onde a chave vai ser inserida tem menos que $t+1$ filhos
- e) É necessário aumentar a altura da árvore B



4) questao4_arvore: Em uma pesquisa numa árvore B, é correto afirmar que:

- a) Se a busca por uma chave em um nó (interno) não teve sucesso, a busca continua através da leitura do nó filho à direita do registro atual
- b) Se a busca por uma chave chega em um nó folha, e esse nó não contém a chave procurada, o retorno é nulo e a busca continua
- c) Em um nó, a pesquisa é realizada através de uma tomada de decisão de ramificação de tantas vias quantas forem o número de filhos do nó

Apêndice E - Questionário sobre uso de dispositivos móveis

Pesquisa sobre uso de Dispositivos móveis

Este questionário tem como objetivo obter informações sobre o uso de dispositivos móveis (celulares, *smartphones*, *ipod*, *etc.*) utilizados pelos alunos a fim de elaborar conteúdos que possam ser acessados por tais dispositivos. Portanto, a sua colaboração é fundamental para obtenção desses dados. Agradecemos sua colaboração!

1- Você sabe o que é QR Code?

QR Code é marca registrada da DENSO WAVE INCORPORATED

Sim Não Não sei responder

2- O dispositivo móvel que você utiliza é compatível com o leitor de QR Code?

Sim Não Não sei responder

3- O dispositivo móvel que você utiliza permite realizar *download* (ou executar) de vídeo e áudio?

Sim Não Não sei responder

4 - O dispositivo móvel que você utiliza possui câmera ?

Sim Não Não sei responder

5 - O dispositivo móvel que você utiliza permite acesso à Internet?

Não Sim, acesso por wi-fi Sim, acesso pela operadora

Sim, acesso por wi-fi e operadora

6 - Você já leu um QR Code usando o seu dispositivo móvel?

Sim Não Não sei responder

7- Você utiliza o seu dispositivo móvel para acessar algum conteúdo educacional na Internet?

Sim Não Não sei responder

8. O seu dispositivo móvel possui sistema ANDROID?

Sim Não Não sei responder

Apêndice F - Resultados da análise *T - student*¹¹

Análise de t-student Grupo1

Turma A	Questionário 1	Questionário 2
Média	8,076923077	11
Variância	4,41025641	5,5
Observações	13	13
Correlação de Pearson	0,575286796	
Hipótese da diferença de média	0	
Gl	12	
Stat t	-5,116173041	
P(T<=t) uni-caudal	0,000127435	
t crítico uni-caudal	1,782287548	

Análise de t-student Grupo 2

Turma A	Questionário 1	Questionário 2
Média	7,142857143	10,28571429
Variância	2,142857143	2,904761905
Observações	7	7
Correlação de Pearson	0,515338501	
Hipótese da diferença de média	0	
Gl	6	
Stat t	-5,284229076	
P(T<=t) uni-caudal	0,000928836	
t crítico uni-caudal	1,943180274	

¹¹Análise *T-student* usando função Análise de Dados da *Microsoft Office Excel*

Apêndice G - Questionário de interatividade

A aplicação desse questionário visa obter informações sobre sua percepção em relação à interatividade do OAM Árvores B, bem como a utilização adequada dos recursos multimídia. Dessa forma, sua colaboração é muito importante. Por favor, responda as questões a seguir, conforme orientação abaixo:

LEGENDA

Símbolo	Significado
S	Sim
P+	Parcialmente com Poucas restrições
P	Parcialmente
P-	Parcialmente com Muitas restrições
N	Não

1- O meio utilizado para acesso ao material permitiu o *feedback* de atividades respondidas.

S P+ P P- N

2- O meio utilizado para acesso ao conteúdo permite entender o conteúdo abordado pelo OA.

S P+ P P- N

3- O material utilizado na aula permite o registro das atividades realizadas

S P+ P P- N

4- O material utilizado na aula permite acesso e realização das questões e atividades.

S P+ P P- N

5- É possível obter informações adicionais usando as referências (*links*) do material

S P+ P P- N

6- É possível controlar (iniciar, pausar, retornar, usar tela cheia, etc.) recursos do material

S P+ P P- N

7 - O meio utilizado para acesso ao OAM permite realizar anotações.

S P+ P P- N

8- O material permite manipulação usando recursos como zoom (tela cheia), movimentação de objetos, exibição de janelas, etc.

S P+ P P- N

9- O meio utilizado para estudo do OAM permite o acesso as dicas existentes no material.

S P+ P P- N

10- O OAM permite navegar em páginas da Internet possibilitando o acesso às informações adicionais.

S P+ P P- N

11 - O OAM permite a resolução de exercícios e atividades no decorrer do estudo.

S P+ P P- N

12- O OAM oferece diferentes tipos de atividades.

S P+ P P- N

13- O material utiliza uma linguagem simples que permite o fácil entendimento do conteúdo.

S P+ P P- N

14- O material é fácil de manipular.

S P+ P P- N

15 - O meio utilizado para acesso ao OAm favorece a reflexão.

S P+ P P- N

16- A localização (posição) dos elementos no material facilita a interatividade.

S P+ P P- N

17- O meio utilizado para acesso ao conteúdo permite participar de atividades voltadas para a interação (exemplo: fórum,etc.).

S P+ P P- N

18- Os recursos para simulação indicados no material auxiliam o entendimento do conteúdo.

S P+ P P- N

19- Os áudios disponíveis no material são importantes para o estudo.

S P+ P P- N

20- Os vídeos utilizados no OAM facilitam o entendimento do conteúdo.

S P+ P P- N

21- O meio utilizado para acessar o OAM permitiu a interatividade.

S P+ P P- N

22- O conteúdo do material é sinalizado, isto é, destaca (negrito, sublinhado, etc.) conceitos importantes.

S P+ P P- N

23- O material de estudo permitiu o uso de recursos interativos tais como vídeos, áudio, animação, atividade com *feedback* e simulação.

S P+ P P- N

24- Seria interessante que o conteúdo da disciplina ao ser impresso (como opção) tivesse QR Code direcionando para outros conteúdos.

S P+ P P- N

25- O meio utilizado para acesso permite compartilhar informações sobre o conteúdo do material.

S P+ P P- N

26 - Os recursos utilizados no material são relevantes para o entendimento do conteúdo.

S P+ P P- N

27 - O material permite que o texto possa ser lido ou ouvido, de acordo com a opção do usuário.

S P+ P P- N

28- As imagens aparecem próximas ao texto.

S P+ P P- N

29 - Os ícones nos QR Code auxiliam quanto as ações que representam.

S P+ P P- N

Apêndice H - Questionário de avaliação do Aplicativo Android

LEGENDA

Símbolo	Significado
S	Sim
P+	Parcialmente com Poucas restrições
P	Parcialmente
P-	Parcialmente com Muitas restrições
N	Não

1-O aplicativo Android funciona corretamente. *

S P+ P P- N

2- O aplicativo Android é fácil de utilizar. *

S P+ P P- N

3- O aplicativo Android permite mais interatividade ao questionário impresso. *

S P+ P P- N

4- O questionário materializado com QR Code é fácil de utilizar. *

S P+ P P- N

5- O aplicativo Android registra corretamente as questões respondidas. *

S P+ P P- N

6- O aplicativo permite responder questões de forma não sequencial. *

S P+ P P- N

7- O aplicativo permite responder o questionário em momentos diferentes, isto é, logar e deslogar mantendo o registro das questões respondidas. *

S P+ P P- N

8- As informações existentes no aplicativo são suficientes para o entender o funcionamento.*

S P+ P P- N

9-O aplicativo permite a atualização do questionário no Moodle. *

S P+ P P- N

10- O aplicativo fornece feedback apropriado sobre a ação do usuário. *

S P+ P P- N

11-O aplicativo permite que o usuário mude de tela com facilidade através de menus(abas). *

S P+ P P- N

12- As formas de realização de ações semelhantes são consistentes. *

S P+ P P- N

13 - As mensagens de erros são úteis. *

S P+ P P- N

14 -As informações apresentadas no aplicativo são necessárias e relevantes. *

S P+ P P- N

15- A possibilidade de utilizar o aplicativo off-line auxilia na realização de atividades. *

S P+ P P- N

16 - O aplicativo oferece mais mobilidade para realizar tarefas *

S P+ P P- N

17 - O questionário em papel favorece a reflexão e a concentração para respondê-lo. *

S P+ P P- N

18 - A disposição de menus e recursos favorece para a utilização do aplicativo. *

S P+ P P- N

19 - A utilização do aplicativo facilita a realização de atividades *

S P+ P P- N

20 - É recomendável utilizar o aplicativo Android. *

S P+ P P- N

21- O guia do utilização do aplicativo auxilia na realização da atividade. *

S P+ P P- N

22- O guia de utilização do aplicativo possui linguagem simples facilitando o entendimento do aplicativo. *

S P+ P P- N

23- É necessário aprender muitos conceitos para saber utilizar o aplicativo. *

S P+ P P- N

24- O aplicativo fornece segurança ao usuário das ações realizadas. *

S P+ P P- N

25- O aplicativo pode ser usado facilmente por qualquer usuário, pois não exige conhecimentos técnicos. *

S P+ P P- N

26- Seria interessante utilizar o aplicativo com mais frequência. *

S P+ P P- N

Apêndice I - Dicionário de Dados

Tabela *users*

Coluna	Tipo	Descrição	
Id	int	Identificador do usuário	Chave primária do BD no Android
moodle_id	int	Identificador do usuário no Moodle	Chave primária do BD no Moodle
user_name	varchar(45)	Nome (login) do usuário	Referente à senha cadastrada no Moodle
user_pass	varchar(45)	Senha do usuário	Referente à senha cadastrada no Moodle
user_active	int	Verifica se usuário está ativo no Sistema	0=sim / 1= não

Tabela *Questionnaires*

Coluna	Tipo	Descrição	
Id	int	Identificador do questionário	Chave primária do BD no Android
questionnaire_id	int	Identificador do questionário no Moodle	Chave primária do BD no Moodle
Amount	int	Quantidade de questões respondidas pelo usuário	
Status	varchar(45)	Status atual do questionário	
user_id	int	Chave estrangeira - id	

		do usuário	
--	--	------------	--

Tabela *questions*

Coluna	Tipo	Descrição	
Id	int	Identificador da questão	Chave primária do BD no Android
question_id	int	Identificador da questão no Moodle	Chave primária do BD no Moodle
Alternative	int	Identificador da alternativa escolhida pelo usuário	Valor referente ao id da tabela mdl_question_answers
alternative_order	varchar(45)	Ordem da alternativa na questão	
Answer	int	Resposta correta	Valor referente ao id da tabela mdl_question_answers
question_order	int	Ordem da questão no questionário	
order_moodle	varchar(45)	Ordem em que as alternativas são apresentadas na questão	Valores referentes aos ids da tabela mdl_questions_answers
questionnaire_id	int	Chave estrangeira - id do questionário	