

Gilmara Teixeira Barcelos Peixoto
Silvia Cristina Freitas Batista
Breno Fabricio Terra Azeuedo
André Fernando Uébe Mansur

Tecnologias Digitais na Educação

pesquisas e práticas pedagógicas

DOI: 10.19180/978-85-99968-49-9



Gilmara Teixeira Barcelos Peixoto
Silvia Cristina Freitas Batista
Breno Fabricio Terra Azeuedo
André Fernando Uébe Mansur

Tecnologias Digitais na Educação

pesquisas e práticas pedagógicas

Campos dos Goytacazes, RJ



2015

T255 Tecnologias digitais na educação: pesquisas e práticas pedagógicas/
Organizadores Gilmara Teixeira Barcelos Peixoto, Silvia Cristina Freitas
Batista, Breno Fabrício Terra Azevedo, André Fernando Uébe Mansur –
Campos dos Goytacazes, RJ: Essentia, 2015.

164 p.: il. color.

ISBN 978-85-99968-49-9

1. Educação - Efeito das inovações tecnológicas. 2. Tecnologia educacional.
3. Ensino auxiliado por computador. I. Peixoto, Gilmara Teixeira Barcelos (Org.).

CDD – 371.334

23.ed.

Essentia Editora

Rua Coronel Valter Kramer, nº 357 - Parque Santo Antônio - Guarus
Campos dos Goytacazes, RJ / CEP 28080-565 / Tel.: (22) 2737 5648
www.essentiaeditora.iff.edu.br | essentia@iff.edu.br

**Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense**

Reitor Luiz Augusto Caldas Pereira

Pró-Reitor de Administração Guilherme Batista Gomes

Pró-Reitor de Desenvolvimento da Convivência Humana Maycon Pires Rodrigues

Pró-Reitora de Ensino Ana Lúcia Mussi de Carvalho Campinho

Pró-Reitora de Extensão e Cultura Paula Aparecida Martins Borges Bastos

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação José Augusto Ferreira da Silva

Conselho Editorial 2010/2014

Desiely Silva Gusmão Taouil
Edinalda Maria Almeida da Silva
Helvia Pereira Pinto Bastos
Inez Barcellos de Andrade
Jefferson Manhães de Azevedo
Luiz de Pinedo Quinto Junior
Maria Amelia Ayd Corrêa
Maria Inês Paes Ferreira
Pedro de Azevedo Castelo Branco
Regina Coeli Martins Aquino
Rogério Atem de Carvalho
Romeu e Silva Neto
Said Sérgio Martins Autatt
Salvador Tavares
Sergio Vasconcellos Martins
Silvia Lúcia dos Santos Barreto
Synthio Vieira de Almeida
Vania Cristina Alexandrino Bernardo
Vicente de Paulo Santos Oliveira
Wander Gomes Ney

Conselho Editorial 2015

Cláudia Marcia Alves Ferreira
Desiely Silva Gusmão Taouil
Edinalda Maria Almeida da Silva
Edson Carlos Nascimento
Helvia Pereira Pinto Bastos
Inez Barcellos de Andrade
Jefferson Manhães de Azevedo
José Augusto Ferreira da Silva
Judith Maria Daniel de Araújo
Kíssila da Conceição Ribeiro
Luciano Rezende Moreira
Luiz de Pinedo Quinto Junior
Marcos Antônio Cruz Moreira
Maria Amelia Ayd Corrêa
Maria Inês Paes Ferreira
Paula Aparecida Martins Borges Bastos
Pedro de Azevedo Castelo Branco
Roberto Moll Neto
Vicente de Paulo Santos Oliveira
Wander Gomes Ney

Conselho Consultivo

Adalberto Cardoso (IESP/UERJ)
Antonio Carlos Secchin (UFRJ)
Antonio José da Silva Neto (UERJ)
Astério Kyoshi Tanaka (UNIRIO e UFRJ)
Erica Maria Pellegrini Caramaschi (UFRJ)
Fernando Benedicto Mainier (UFF)
Fernando Pruski (UFV)
Francisco de Assis Esteves (UFRJ)
Gaudêncio Frigotto (UFF)
Hamilton Gomes Costa (UFRJ)
Helder Gomes Costa (UFF)
Iná Elias de Castro (UFRJ)
Jader Lugon Junior (IFF/UERJ/SENAI)
Janete Bolite Frant (PUC/SP)
José Abdallah Helayel-Neto (CBPF/MCT)
Rodrigo Valente Serra (ANP)
Ronaldo Pinheiro da Rocha Paranhos (UENF)
Sérgio Arruda de Moura (UENF)
Vera Lucia Marques da Silva (FBPN)
Virginia Maria Gomes de Mattos Fontes (UFF)

Equipe Editorial

Revisão de língua portuguesa Regina de Oliveira Tonelli

Catalogação e Revisão técnica Henrique Barreiros Alves

Capa Rodolfo Rodrigues Pontes

Projeto Gráfico Cláudia Marcia Alves Ferreira

Rodolfo Rodrigues Pontes

Diagramação Lázaro Augusto Alecrim Vieira

Prefácio

A leitura do livro constitui um mergulho na alma do profissional que, comprometido com a Educação, é capaz de desenhar seu amanhã no contexto escolar e no dia a dia empenha-se em construí-lo.

Assim é que, nos textos aqui apresentados, não há propostas de mudanças estruturais e radicais que, sob nossa ótica, se fazem tão necessárias à escola do século XXI. Mas seus autores, dentro dos limites e possibilidades dos tempos e dos espaços institucionais de agora, expõem, com a ousadia necessária frente aos desafios da contemporaneidade e com a seriedade (imprescindível a todo professor-pesquisador), seu envolvimento com o ato de ensinar/aprender vinculado à informática, trazendo para si a responsabilidade de desvendar meios de produzir alterações significativas e relevantes no interior das escolas.

Cada texto é um convite ao diálogo e, como tal, nos permite invadir não só o universo pedagógico dos autores, como também acreditar na possibilidade concreta de o professor inventar, reinventar, criar com responsabilidade outras metodologias a serem utilizadas no cotidiano educativo. Com linguagem singular, acessível, respeitosa e solidária, a narração impõe a marca dos que sabem da importância de compartilhar aprendizados.

Subjacente aos relatos e à trama das palavras - que simbolizam a forma de ser e de agir de cada um no âmbito profissional - percebe-se o compromisso da trajetória do “fazer-pedagógico” dos autores que juntos trabalharam para que suas vivências se transformassem no livro cuja leitura podemos apreciar agora. Sem ponto final (.), mas com reticências (...) de forma que cada leitor prossiga a conversa compartilhando seus momentos profissionais, dividindo saberes, dúvidas e certezas (sempre provisórias!) ...

Campos dos Goytacazes/outubro de 2014
Vera Raimunda Amério Asseff

Sumário

Informática na educação: ações de pesquisa no IFFluminense	07
Silvia Cristina Freitas Batista	
Gilmara Teixeira Barcelos	
Breno Fabrício Terra Azeuedo	
Mineração de dados textuais educacionais: experiências e perspectivas para a análise de postagens em fóruns de discussão	18
Breno Fabrício Terra Azeuedo	
Heluia Pereira Pinto Bastos	
Reflexões sobre o uso pedagógico de tablets: ações na formação inicial de professores de Matemática	41
Silvia Cristina Freitas Batista	
Gilmara Teixeira Barcelos	
As etapas da construção de objetos de aprendizagem em Flash e HTML5 a serviço dos professores de Matemática para apoiar ações de ensino e aprendizagem	57
Leandro Pires de Souza	
Arilise Moraes de Almeida Lopes	
Visualização computacional no apoio à detecção do estado afetivo de interesse na EaD: das ferramentas de captura ao modelo de inferência	81
Maurício José Viana Amorim	
Maqda Bercht	
Patricia Alejandra Behar	
Realidade aumentada e possibilidades de uso na educação	95
Suzana da Hora Macedo	
Filipe Arantes Fernandes	
Ferramentas e métodos para aperfeiçoamento do funcionamento de um agente conversacional	106
Eliane Vigneron Barreto Aquiar	
Neemias Vitorino	

Ambientes complexos e redes sociais na educação: a complexidade como novo paradigma no processo de ensino aprendizagem

Andre Fernando Uébe Mansur

Tecnologias Digitais na Matemática: tecendo considerações

132

Gilmara Teixeira Barcelos

Silvia Cristina Freitas Batista

Sobre os autores

158

Informática na educação: ações de pesquisa no IFFluminense

Silvia Cristina Freitas Batista

Instituto Federal Fluminense [silviac@iff.edu.br]

Doutora em Informática na Educação/UFRGS

Gilmara Teixeira Barcelos

Instituto Federal Fluminense [gilmarab@iff.edu.br]

Doutora em Informática na Educação/UFRGS

Breno Fabrício Terra Azeuedo

Instituto Federal Fluminense [btterra@iff.edu.br]

Doutor em Informática na Educação/UFRGS

A Sociedade da Informação surgiu graças à interligação dos computadores e à Internet (COLL; MONEREO, 2010). Segundo os referidos autores, esta pode ser definida como um novo estágio de desenvolvimento das sociedades humanas. Sob o aspecto das Tecnologias da Informação e Comunicação, a Sociedade da Informação é caracterizada pela capacidade das pessoas de obter e compartilhar informações rapidamente, em qualquer lugar e na forma preferida. Tais características têm influenciado as mais diversas áreas de atuação humana.

No entanto, apesar do panorama descrito, que abre possibilidades para diferentes formas de aprender, o sistema educacional ainda se encontra organizado, em geral, apenas em torno da escola e do livro (FREITAS, 2011). É preciso alterar essa realidade e isso inclui, como princípio básico, entender que as tecnologias digitais (TD) podem não só representar um conjunto de ferramentas auxiliares para o trabalho do professor e dos alunos, como podem abrir novas oportunidades de aprendizagem.

Cabe ao docente definir, planejar, direcionar o uso pedagógico dessas tecnologias. Pode-se identificar a docência para o século XXI no professor que é capaz de integrar várias mídias em suas práticas docentes, além das habilidades e dos saberes específicos da sua área (FREITAS; MEDEIROS, 2011). Deseja-se, portanto, uma formação que prepare educadores para exercerem novas funções nos diferentes campos em que atuam.

Diante desse cenário, a Informática na Educação assume, como área de pesquisa, uma importância fundamental, investigando formas de uso de TD e os resultados obtidos por meio destas, metodologias de implementação e de avaliação, novos recursos, contribuições para a formação de professores, entre outros aspectos. No Brasil, o uso do computador na

educação teve início por meio de experiências e de pesquisas promovidas em universidades, no princípio dos anos 70 (VALENTE; ALMEIDA, 1997). A partir daí, diversos projetos governamentais foram desenvolvidos tendo como proposta geral contribuir para a implementação da Informática na Educação no país (VALENTE; ALMEIDA, 1997). Assim, certamente, muito já se evoluiu em termos de conhecimento na área, mas ainda há muito a se avançar. As mudanças em educação demandam tempo, pois envolvem fatores diversos. Em contrapartida, as mudanças tecnológicas são muito rápidas e têm influenciado diretamente as mudanças sociais. Todos esses aspectos permitem que a Informática na Educação seja uma área com um papel significativo, contemplando diversas questões a serem investigadas.

Nesse contexto, foi criado o Núcleo de Informática na Educação (NIE) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), em 2010, por 13 professores doutores em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O NIE tem como objetivo principal desenvolver pesquisa aplicada ao processo de ensino e aprendizagem de diferentes áreas do conhecimento, auxiliada por TD, bem como atender a demandas específicas do referido instituto, tais como: suporte à prática docente e auxílio a professores e funcionários na utilização de softwares educativos. As pesquisas são desenvolvidas no IFFluminense e contemplam temas relacionados à formação de professores para uso pedagógico das TD, objetos de aprendizagem, realidade aumentada, mineração de dados, redes sociais na educação, uso pedagógico de dispositivos móveis, educação a distância, ambiente virtuais de aprendizagem, entre outros.

Atualmente, existem as seguintes linhas de pesquisa no NIE:

- Tecnologias Móveis na Educação;
- Inteligência Artificial e Mineração de Texto aplicada à Educação;
- Imersão Digital no Contexto Educativo;
- Informática na Educação Especial;
- Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Processo de Ensino e Aprendizagem.

Relacionados a essas linhas havia, no período de agosto de 2013 a julho de 2014, nove projetos de pesquisas sendo desenvolvidos no âmbito deste núcleo:

- *Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Acessíveis para Alunos com Deficiência Visual* - Objetivo: tornar acessíveis objetos de aprendizagem digitais, desenvolvidos em Flash e HTML5 pelo

Núcleo de Informática na Educação e Núcleo de Tecnologias Educacionais e Educação a Distância (NIE/NTEAD), referentes a conteúdos de Matemática do Ensino Médio, assim como, desenvolver novos objetos com requisitos de acessibilidade, para serem utilizados por alunos e por professores de Matemática da rede educacional do país. Coordenadora: Arilise Moraes de Almeida Lopes. Linha de pesquisa: Informática na Educação Especial;

- *Integração de Software de Mineração de Texto na Plataforma Moodle* - Objetivo: realizar a integração e utilização de dois softwares de mineração de texto no ambiente Moodle. Os programas são capazes de capturar, por metodologias diferentes, informações relevantes em postagens de alunos feitas em fóruns de discussão, encontrados em ambientes virtuais de aprendizagem. O objetivo dessa mineração textual é facilitar o trabalho do professor em cursos a distância ou na modalidade híbrida. Desse modo, o projeto permite o desenvolvimento de pesquisa envolvendo o processamento automático de textos, campo de estudo da Linguística Computacional. Pesquisadores: Breno Fabrício Terra Azevedo (coordenador) e Helvia Pereira Pinto Bastos. Linha de pesquisa: Inteligência Artificial e Mineração de Texto aplicada à Educação;
- *Análise Automática de Fóruns de Discussão* - Objetivo: desenvolver estudos e pesquisas na área de Mineração de Textos. O intuito do projeto é utilizar técnicas da Mineração de Textos para realizar análises quantitativas e qualitativas em postagens de fóruns de discussão. Pretende-se utilizar um software denominado MineraFórum, desenvolvido pelo coordenador deste projeto, para obter os resultados iniciais. O projeto pretende estudar e incorporar novos recursos importantes ao software mencionado. Coordenador: Breno Fabrício Terra Azevedo. Linha de pesquisa: Inteligência Artificial e Mineração de Texto aplicada à Educação;
- *Aprendizagem com Dispositivos Móveis* - Objetivo: investigar contribuições que o uso pedagógico de smartphones, tablets e outros dispositivos móveis podem trazer para a educação formal. O foco atual do projeto é o processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Pesquisadoras¹: Silvia Cristina Freitas Batista

¹ Essas pesquisadoras também participam do projeto Tecnologias de Informação e Comunicação no Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática. Esse projeto pertence ao Núcleo de Estudos Avançados em Educação e tem como objetivo investigar possibilidades de uso das tecnologias digitais em práticas pedagógicas, tendo em vista a melhoria do processo de ensino e aprendizagem de Matemática, no Ensino Médio. As ações desenvolvidas neste projeto, geralmente ocorrem associadas às do projeto Aprendizagem com Dispositivos Móveis (NIE).

(coordenadora) e Gilmara Teixeira Barcelos. Linha de pesquisa: Tecnologias Móveis na Educação;

- *Um Objeto de Aprendizagem de Apoio à Resolução de Problemas Interdisciplinares* - Objetivo: desenvolver, aprimorar e criar ferramentas educacionais de apoio à resolução de problemas. Esses problemas podem ser interdisciplinares. Coordenadora: Eliane Vigneron Barreto Aguiar. Linhas de pesquisa: TIC no Processo de Ensino e Aprendizagem; Inteligência Artificial e Mineração de Texto aplicada à Educação.
- *Estudos e Implantações para Aprimoramentos de Funcionalidades Interacionais para o Ambiente Virtual de Aprendizagem Colaborativa Rede de Saberes Coletivos (RESA)* - Objetivo: a ReSa passou por mudanças a fim de tornar a interface mais amigável e dinâmica, desenvolver um ambiente mais estável e incluir novas funcionalidades. Inicialmente os trabalhos concentram-se em finalizar algumas tarefas de implementação de novos *plugins*, assim como a criação de funcionalidades para a parceria de um projeto institucional junto ao IFFluminense, na expectativa de familiarização dos usuários e estreitamento de laços institucionais. Coordenador: André Fernando Uébe Mansur. Linha de pesquisa: TIC no Processo de Ensino e Aprendizagem;
- *ECA - Experimentos em Controle e Automação* - Objetivo: concepção, desenvolvimento, aplicação e documentação de experimentos em disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFFluminense *campus Campos-Centro*. Para atender as demandas atuais de melhoria no processo de ensino e aprendizagem, faz-se necessário domínio do ferramental tecnológico pertinente ao curso, bem como documentação de possíveis testes práticos e experimentos didático-pedagógicos. A presença e manuseio de *kits* didáticos de sistemas de controle, bem como o desenvolvimento de soluções de integração de sistemas computacionais são a tônica deste projeto. Coordenador: Adelson Siqueira Carvalho. Linha de pesquisa: TIC no Processo de Ensino e Aprendizagem;
- *Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem em Realidade Aumentada para Visualização de Campos Magnéticos* - Objetivo: a partir das dificuldades verificadas por parte dos alunos no processo de aprendizagem de Eletromagnetismo, pretende-se desenvolver objetos de aprendizagem criados em ambiente de Realidade Aumentada e, posteriormente, verificar se, com a utilização desses objetos, haverá melhorias no processo de aprendizagem.

Pesquisadores: Suzana da Hora Macedo (coordenadora) e Filipe Arantes Fernandes. Linhas de Pesquisa: TIC no Processo de Ensino e Aprendizagem e Imersão Digital no Contexto Educativo;

- *Desenvolvimento de um Site de Apoio ao Ensino de Eletromagnetismo que Possibilite Visualização e Interação com os Campos Magnéticos*
- Objetivo: a partir das dificuldades verificadas por parte dos alunos no processo de aprendizagem de Eletromagnetismo, pretende-se desenvolver um *site* que dê apoio ao ensino de Eletromagnetismo e, posteriormente, verificar se, com a utilização desse *site*, haverá melhorias no processo de aprendizagem. Pesquisadores: Suzana da Hora Macedo (coordenadora) e Filipe Arantes Fernandes. Linhas de Pesquisa: TIC no Processo de Ensino e Aprendizagem e Imersão Digital no Contexto Educativo.

Todos os projetos descritos contam com a participação de bolsistas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e/ou do IFFluminense. Em resumo, os projetos de pesquisa desenvolvidos no NIE focalizam tópicos diversos e atuais. A preocupação é sempre com a melhoria do processo de ensino e aprendizagem e, dessa forma, o uso das TD nunca tem um fim em si mesmo. O núcleo faz reuniões frequentes e as principais decisões são tomadas coletivamente. Visando favorecer a análise de possíveis atividades conjuntas entre os projetos, foi realizado, em setembro de 2013, um seminário no qual os bolsistas de Iniciação Científica do NIE descreveram os trabalhos que estavam desenvolvendo. Buscou-se, assim, contribuir para a aquisição de um conhecimento mais amplo, por parte dos pesquisadores e bolsistas, sobre as ações de pesquisa desenvolvidas no núcleo.

Além das pesquisas, o NIE desenvolve outras ações no IFFluminense *campus* Campos-Centro. Apoiar algumas das atividades desenvolvidas no âmbito do Programa Tecnologia-Comunicação-Educação (PTCE) é uma dessas ações. O referido programa foi iniciado em 2010 e tem por objetivo contribuir para a apropriação das TD, por parte dos professores e dos alunos, como instrumentos mediadores da atividade pedagógica. Pesquisadores do NIE participaram da concepção do programa e atuam constantemente em atividades, tais como a oferta de minicursos sobre softwares educacionais, para professores. A própria coordenação do programa encontra-se, desde 2011 até o período de encerramento deste capítulo, a cargo de uma pesquisadora do NIE.

Os pesquisadores do NIE também contribuíram significativamente para a implementação e o desenvolvimento do curso de pós-graduação Docência no Século XXI. Iniciado em dezembro de 2011, o curso tem, como

público alvo, bacharéis e licenciados em todas as áreas do conhecimento que tenham interesse em docência e contempla duas grandes áreas: Educação e Informática na Educação. Das doze disciplinas do curso, cinco abordaram temas relacionados ao uso pedagógico de TD e são lecionadas por pesquisadores do NIE. A coordenação do referido curso, desde a sua implementação, tem estado a cargo de pesquisadoras do NIE.

Também em eventos promovidos no IFFluminense, como a Semana do Saber Fazer Saber e o Congresso Integrado de Tecnologia de Informação (CITI), pesquisadores do NIE atuam ministrando palestras, minicursos e mesas redondas.

Assim, os capítulos deste livro descrevem pesquisas e práticas pedagógicas promovidas por membros do NIE, relacionadas à Informática na Educação. Antes de apresentar um resumo dos mesmos, descreve-se o relatório do NMC (*New Media Consortium*) sobre o Ensino Superior (NEW MEDIA CONSORTIUM, 2014), que aponta seis tendências mais significativas, assim como seis tecnologias emergentes que, segundo especialistas, irão fazer parte do cotidiano de alunos e de professores universitários, nos próximos anos. Além disso, o relatório apresenta seis desafios relacionados à adoção de tecnologias no Ensino Superior.

Embora o NIE não tenha como foco somente o Ensino Superior como o relatório do NEW MEDIA CONSORTIUM (2014), a descrição desse relatório permite analisar, ao final deste capítulo, que os temas abordados no livro são atuais e significativos.

Duas tendências mais imediatas (em um prazo de um a dois anos) foram listadas pelo relatório do NEW MEDIA CONSORTIUM (2014): as mídias sociais e a integração entre aprendizagem *on-line*, ensino híbrido e colaborativo. Em relação às mídias sociais, a expectativa é de que as mesmas estejam completamente integradas ao Ensino Superior nos próximos dois anos. O uso de recursos tais como *Facebook*, *Twitter*, *Pinterest*, *Flickr*, *YouTube*, *Tumblr*, *Instagram*, entre outros, pode permitir um diálogo mais informal entre as diversas pessoas envolvidas no processo educacional. Além disso, pode estimular a discussão e o compartilhamento de ideias e experiências sobre assuntos abordados em sala de aula. Quanto à segunda tendência, observa-se que plataformas *on-line* estão sendo cada vez mais utilizadas como ambientes colaborativos de aprendizagem e como facilitadoras de trabalhos em grupo. Tais ambientes contribuem para a melhoria da comunicação entre os participantes e para a execução de projetos mais conectados com a realidade do trabalho.

Para um prazo de três a cinco anos, duas tendências foram apontadas (NEW MEDIA CONSORTIUM, 2014): análise de dados para melhorar o ensino

e a aprendizagem e mudança do papel do aluno, de consumidor para criador. Em relação à primeira, o relatório menciona um interesse crescente no uso de novas fontes de dados para personalizar o aprendizado e para medir o desempenho dos alunos. Como estes participam de atividades *on-line*, deixam informações cada vez mais claras de como atuam nas mesmas. Esses dados podem contribuir para modificar estratégias de aprendizagem. Quanto à segunda tendência, observa-se que os alunos têm sido estimulados a criar e não só a consumir conteúdos. De acordo com o relatório, futuramente, mais departamentos universitários irão incorporar experiências práticas de desenvolvimento de materiais como parte integrante do currículo.

Como tendência para mais de cinco anos, foram listadas (NEW MEDIA CONSORTIUM, 2014): agilidade para implementar mudanças e evolução do ensino *on-line*. A primeira diz respeito ao desenvolvimento de novas abordagens e programas que estimulem o espírito empresarial de alunos e de professores. Nessa concepção, alunos serão incentivados a apresentar propostas para a resolução de problemas sociais e globais, para a criação de produtos e para contribuir com empresas existentes. A segunda tendência diz respeito à mudança na percepção da aprendizagem *on-line*, de tal forma que a mesma passe a ser considerada como uma opção tão viável quanto o ensino presencial. O desenvolvimento tecnológico contribuirá para que as ferramentas possibilitem progressivamente práticas pedagógicas mais adequadas.

Em relação às tecnologias, foram listados seis tipos de ferramentas que tendem a ser usados pelas principais instituições de Ensino Superior, em maior ou menor prazo (NEW MEDIA CONSORTIUM, 2014):

- *Sala de Aula Invertida* (um ano ou menos): ferramentas que apoiam essa proposta de modelo pedagógico que defende uma reorganização do tempo dentro e fora de sala de aula. O tempo em sala de aula seria dedicado a uma aprendizagem mais ativa, com base em trabalhos em grupo, desafios e problemas reais. O tempo de casa seria destinado a obter informações sobre o assunto, por meio de vídeos, podcasts, e-books, comunidades *on-line*, entre outros. Os alunos poderão gerenciar melhor o conteúdo que necessitam usar, assim como o ritmo e o estilo de aprendizagem;
- *Learning Analytics* (um ano ou menos): ferramentas destinadas a decifrar tendências e padrões a partir de dados disponíveis sobre o aprendizado dos alunos. Inicialmente, o uso de ferramentas desse tipo se restringia a alunos com dificuldades de aprendizado. A tendência é que as mesmas se tornem recursos mais

generalizados e úteis para fazer escolhas pedagógicas, a partir da necessidade dos alunos. As universidades têm direcionado o uso dessas ferramentas em busca de um processo de orientação dos estudantes mais preciso;

- *Impressora 3D* (2 a 3 anos): essas impressoras oferecem uma forma muito mais barata e rápida de implementar protótipos. No contexto educacional, essas ferramentas têm sido usadas em pesquisas e laboratórios, especialmente nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. A expectativa é de que as mesmas passem a ser amplamente usadas em outras áreas para criar modelos tridimensionais;
- *Games e gamificação* (2 a 3 anos): o objetivo por trás da proposta de jogos é promover o engajamento dos alunos, desafiando seus conhecimentos sobre um determinado conteúdo. Mais recentemente, tem surgido a tendência da gamificação, que é a noção de que o mecanismo dos jogos pode ser aplicado a atividades de rotina. Assim, são incorporados desafios, níveis, recompensas e competições a atividades curriculares;
- *Quantified Self* (quatro a cinco anos): tecnologias relacionadas à possibilidade das pessoas poderem acompanhar e acumular dados sobre si mesmas. Dispositivos móveis, aplicativos e serviços baseados em nuvem tornam o processo de coleta de dados muito mais fácil. De acordo com o relatório, seria possível usar esse conjunto de dados para mudar e melhorar as abordagens de ensino;
- *Assistentes virtuais* (quatro a cinco anos): tecnologias que vão adquirindo mais inteligência artificial e aprendendo com as buscas e as navegações do próprio estudante e melhorando, assim, os conteúdos de pesquisa que apresentam e as sugestões de tópicos de interesse.

O relatório (NEW MEDIA CONSORTIUM, 2014) lista ainda seis principais desafios que a adoção dessas tecnologias enfrentará. Os dois primeiros são desafios que já foram entendidos e que já há *know how* para solucioná-los. Os outros dois são considerados mais difíceis, pois embora já compreendidos, não têm soluções claras. Os dois últimos são tidos como muito difíceis, pois têm um nível que complexidade tal que dificulta até mesmo uma compreensão mais ampla dos mesmos: i) baixa fluência digital - a alfabetização digital é considerada extremamente aprendizagem. No entanto, é reconhecido que falta uma efetiva preparação dos professores para que possam orientar os alunos no sentido de aproveitarem as

potencialidades das tecnologias, em termos educacionais; ii) pouca valorização do importante para todos os envolvidos no processo de ensino e ensino em relação à pesquisa nas universidades - em geral, a pesquisa é mais valorizada do que o ensino e, por isso, poucos avanços ocorrem nas práticas pedagógicas; iii) competição entre novos modelos de educação - não basta que novos modelos como MOOC (*Massive Open On-line Courses*) utilizem tecnologias, é preciso envolver os alunos mais profundamente; iv) desenvolvimento de inovações educacionais – a aversão generalizada a mudanças, muitas vezes limita a difusão de novas ideias e desencoraja a experimentação; v) aumento do acesso a um número cada vez maior de estudantes - com essa tendência, alguns alunos entram para o Ensino Superior sem uma preparação adequada e, muitas vezes, as universidades não têm tempo e recurso para ajudá-los; vi) manter uma educação relevante - é preciso cuidado para que o Ensino Superior se adapte às mudanças da sociedade.

Conscientes das tendências e dos desafios focalizados e, também, de outras questões já mais próximas da realidade atual, relacionadas não só ao Ensino Superior, mas também a outros níveis de ensino, os autores deste livro abordam, em seus capítulos, diferentes aspectos relacionados à Informática na Educação. A variedade de assuntos destacados fornece indícios de como essa área do conhecimento humano é ampla e rica em possibilidades.

No capítulo 2, **Mineração de dados textuais educacionais: experiências e perspectivas para a análise de postagens em fóruns de discussão**, os autores consideram os fóruns de discussão e as salas de bate-papo como espaços privilegiados para o ensino e a aprendizagem em ambientes digitais por permitirem, entre outras coisas, o trabalho colaborativo, a produção de textos e o fortalecimento de vínculos afetivos. Nesse contexto, a utilização de softwares desenvolvidos para minerar textos dos alunos é discutida como tema central do estudo promovido. Tal proposta é coerente com a tendência de utilização de dados produzidos pelos alunos, tendo em vista a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

O capítulo 3, **Reflexões sobre o uso pedagógico de tablets: ações na formação inicial de professores de Matemática**, focaliza a importância da formação inicial de professores para o uso pedagógico de tecnologias digitais e discute aspectos relacionados ao uso de *tablets* na educação matemática. Tais aspectos foram identificados por meio de três estudos de casos promovidos com licenciandos em Matemática. Nesse capítulo, portanto, discute-se um dos desafios mencionados anteriormente, fluência digital de professores, e o uso de dispositivos móveis na educação. Estes dispositivos, se utilizados adequadamente, podem contribuir para a motivação e o envolvimento dos alunos, assim como para a colaboração entre os mesmos.

No capítulo 4, **As etapas da construção de objetos de aprendizagem**

em Flash e HTML5 a serviço dos professores de matemática para apoiar ações de ensino e aprendizagem, os autores focalizam o desenvolvimento de um mesmo objeto de aprendizagem utilizando a linguagem HTML5 e o *software* Macromedia *Flash 8*, destacando vantagens e desvantagens observadas em cada situação. O referido objeto é direcionado ao estudo de Adição e Subtração de Matrizes no Ensino Médio e inclui requisitos de acessibilidade para atender pessoas com deficiência visual. Assim, nesse capítulo, analisam-se ferramentas para o desenvolvimento de recursos, indicando uma postura aberta a inovações, e, além disso, inclui-se a questão da acessibilidade, tão fundamental na implementação de materiais digitais.

O capítulo 5, **Visualização computacional no apoio à detecção do estado afetivo de interesse na EaD: das ferramentas de captura ao modelo de inferência**, discute indicadores que possam ser utilizados para a inferência do interesse, a partir da análise de imagens de alunos em interação com ambientes de Educação a Distância. Além disso, propõe um Modelo para Inferência do Interesse. Assim, é destacada a importância de mecanismos que contribuam para que o professor possa adaptar suas estratégias pedagógicas, de forma mais segura, mesmo não estando ministrando aulas presenciais. Portanto, o capítulo focaliza uma tendência que é a de encontrar caminhos para fortalecer a Educação a Distância, tornando-a uma possibilidade cada vez mais natural.

O capítulo 6, **Realidade Aumentada e possibilidades de uso na educação**, tem por objetivo mostrar aplicações da Realidade Aumentada na educação. Para tanto, caracteriza-se, inicialmente, esse campo de pesquisa e, a seguir, relatam-se experiências de uso na educação. Trata-se, assim, de um capítulo que aborda um campo inovador que possibilita o desenvolvimento de inúmeros objetos de aprendizagem, para áreas curriculares diversas.

No capítulo 7, **Ferramentas e métodos para aperfeiçoamento do funcionamento de um agente conversacional**, os autores descrevem tecnologias que podem ser utilizadas para aperfeiçoamento do agente conversacional Blaze, utilmente adaptativas a outros agentes conversacionais. Além disso, o artigo discute a efetiva implementação dessas ferramentas e desses métodos, descrevendo o processo de desenvolvimento, indicando falhas e erros, assim como pontos positivos. Dessa forma, esse capítulo trata de uma área que está entre as tendências citadas pelo relatório NEW MEDIA CONSORTIUM (2014), os assistentes virtuais, que, com suporte da inteligência artificial, podem apoiar ações de estudantes.

O capítulo 8, **Ambientes complexos e redes sociais na educação: a complexidade como novo paradigma no processo de ensino aprendizagem**, tem por objetivo trazer ao debate questões relacionadas à percepção dos ambientes de aprendizagem acadêmica como Ambientes Complexos, assim como à possibilidade de aplicação de tecnologias computacionais, em especial as Redes Sociais Digitais, como instrumentos de incremento e

gestão desses ambientes de aprendizagem. Tal discussão é fundamentada no conceito de Pensamento Complexo, trazido pelo filósofo francês Edgar Morin. Dessa forma, o capítulo aborda uma das tendências destacadas pelo relatório do NEW MEDIA CONSORTIUM (2014), que é a integração do uso das mídias sociais à educação formal.

No capítulo 9, **Tecnologias digitais na Matemática: tecendo considerações**, as autoras buscam promover reflexões relacionadas ao uso de tecnologias digitais na Matemática. Tais reflexões são oriundas de experiências vivenciadas em atividades de pesquisa e em sala de aula, com destaque para as ações promovidas na disciplina Educação Matemática e Tecnologias. A disciplina é ministrada na Licenciatura em Matemática do IFFluminense *campus Campos-Centro* e tem como objetivo contribuir para posturas autônomas e inovadoras nas práticas docentes dos licenciandos, relacionadas ao uso de tecnologias na educação. Assim, o capítulo aborda a formação inicial de professores de Matemática, descrevendo diversas ações efetivas de sala de aula.

REFERÊNCIAS

17

COLL, C.; MONEREO, C. Educação e aprendizagem no século XXI: novas ferramentas, novos cenários, novas finalidades. In: COLL, C. et al. *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 15-46.

FREITAS, M. T. DE A.; MEDEIROS, S. A. L. Deslizando na tela das imagens técnicas: a magia da docência na experiência do aprendizado. In: FREITAS, M. T. de A. (Org.). *Escola, Tecnologias Digitais e Cinema*. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2011. p. 7-16.

FREITAS, M. T. de A. Tecnologias digitais e cinema na formação de professores. In: FREITAS, M. T. de A. (Org.). *Escola, Tecnologias Digitais e Cinema*. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2011. p. 17- 34.

NEW MEDIA CONSORTIUM. *2014 Higher Education Edition*. Horizon Report. [S.l.: S.n.], 2014. Disponível em: <<http://www.nmc.org/pdf/2014-nmc-horizon-report-he-EN.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, F. J. de. Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, n.1, p. 45-60, set. 1997.

Mineração de dados textuais educacionais: experiências e perspectivas para a análise de postagens em fóruns de discussão

Breno Fabrício Terra Azeuedo

Instituto Federal Fluminense [bterra@iff.edu.br]

Doutor em Informática na Educação/ UFRGS

Heluia Pereira Pinto Bastos

Instituto Federal Fluminense [hbastos@iff.edu.br]

Doutora em Informática na Educação/UFRGS

“A verdadeira substância da língua não é constituída por um sistema abstrato de formas linguísticas nem pela enunciação monológica isolada, nem pelo ato psicofisiológico de sua produção, mas pelo fenômeno social da interação verbal, realizada através da enunciação ou das enunciações. A interação verbal constitui assim a realidade fundamental da língua”.

Mikhail Bakhtin, 2006, p. 117

Em face do número crescente de cursos *on-line*¹ e da expressiva quantidade de dados gerados por eles, a mineração de dados constitui uma ferramenta importante para instituições de ensino e, especialmente, para os envolvidos com a oferta de Educação a Distância (EaD) porquanto pode fornecer, de forma rápida e objetiva, informações relevantes dos alunos, entre elas: comportamento, características, padrões de aprendizagem e de relacionamento, interações discursivas, fornecimento de *feedback* (GARCIA et al., 2011).

Essa consolidação de atividades pedagógicas em suportes computacionais tradicionais ou portáteis tem motivado pesquisas sobre os múltiplos aspectos envolvidos nessas metodologias, fornecendo resultados importantes para a melhoria constante e personalização das práticas didáticas de ensino e da aprendizagem (COSTA et al., 2012). Do *design* instrucional aos processos de avaliação, entre outros, destacam-se, nesse contexto, as interações entre os usuários em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA)

¹ No Brasil, por exemplo, o Censo realizado em 2012 pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED, 2013), aponta a existência de 1.856 cursos autorizados/reconhecidos e 7.520 cursos livres (com base em 284 instituições respondentes).

– campo de estudo que se insere na área de Comunicação Mediada por Computador (CMC).

A CMC se refere a todo tipo de interação, síncrona ou assíncrona, via tecnologias da informação e da comunicação, seja por videoconferência ou mensagens de texto. Entretanto, em que pese a popularização crescente da comunicação por vídeo em telefones portáteis, as interações baseadas em texto continuam a prevalecer.

Antes da popularização da Internet, considerava-se que as interações por escrito eram “inferiores” às realizadas face a face (FaF) devido à falta de pistas não-verbais (expressões faciais, gestos, articulações sonoras, distância entre os falantes). Esse alto grau de “pistas filtradas” (*filtered cues*) poderia inviabilizar a formação de relacionamentos mais “verdadeiros” e “estáveis” (LOWENTHAL, 2009). Entretanto, a Teoria do Processamento Social da Informação de Walther (1996), formulada no início da comunicação via Internet, defende que ambas as formas de interlocução (CMC e FaF) são propícias ao desenvolvimento de relacionamentos, uma vez que os interlocutores, em ambiente digital, podem formar impressões sobre os outros com base apenas no conteúdo textual.

Dessa forma, a natureza dialógica da CMC é um aspecto importante em AVA por propiciar suporte acadêmico, intelectual e interpessoal, a troca de diferentes pontos de vista, de novos significados e, particularmente, o sentimento de pertencimento no grupo (BASTOS et al., 2013; BASTOS, 2012). Conforme Moller (1998), o sentimento de pertencimento se desenvolve com base na “territorialidade, permanência, forma de comunicação”, entre outros, e contribui para a diminuição do sentimento de isolamento e eventual desistência do aluno.

De fato, as mensagens trocadas em ferramentas de CMC têm natureza híbrida, isto é, apresenta características do discurso oral e do escrito. Por serem usualmente redigidas com maior informalidade do que em outros trabalhos acadêmicos, as interações em fóruns e *chats* possibilitam, segundo Bastos (2012), que os interlocutores se tornem mais “próximos” e mais “presentes” no evento de comunicação.

Nesse contexto, os fóruns de discussão e as salas de bate-papo constituem espaços privilegiados para o ensino e aprendizagem em ambientes digitais por permitirem aos alunos trabalhar de forma colaborativa, compartilhar informações e saberes, desenvolver a produção de textos e fortalecer vínculos afetivos. Essas ferramentas de CMC são igualmente relevantes e adequadas na avaliação do desempenho discente, particularmente a do tipo formativa.

Fornecendo dados quantitativos e qualitativos das participações, o

intercâmbio discursivo em fóruns pode mostrar o percurso de aprendizagem (BASSANI, 2006; SÁNCHEZ, 2005). Segundo Bassani e Behar (2006), o mapeamento das postagens em fóruns de discussão pode auxiliar na avaliação discente porque (i) possibilitam que o aluno regule “seus processos de pensamento e aprendizagem”; (ii) permitem que o professor analise o processo de “construção dos alunos” pelo monitoramento das produções individuais e forneça “subsídios para possíveis/ necessários ajustes no processo ensino-aprendizagem”; (iii) evidenciam “processos coletivos de construção de conhecimento” uma vez que as trocas discursivas são “facilitadoras da aprendizagem”.

Dessa forma, considera-se que o envolvimento em fóruns de discussão é uma atividade discente importante. Ao realizar a análise das postagens dos alunos, o professor pode diagnosticar informações sobre os mesmos. No caso de uma grande quantidade de alunos, o docente precisa despende muito tempo na análise das mensagens (AZEVEDO, 2012). Visando facilitar essa tarefa e identificar diferentes aspectos das construções textuais, técnicas de mineração de texto têm sido usadas, de forma crescente, como recurso auxiliar do corpo docente em AVA. A utilização de *softwares* desenvolvidos para minerar textos produzidos por alunos constitui um campo recente de investigação denominado “Mineração de Dados Textuais Educacionais” – MDTE – tema central deste estudo.

Este capítulo está estruturado em três grandes seções. A primeira traz os referenciais teóricos sobre Mineração de Dados Textuais Educacionais e a caracterização do que seja Mineração de Texto, além de sua íntima relação com outros campos de estudo. A seção 2 apresenta programas e experimentos realizados com postagens de alunos com diferentes objetivos. As considerações finais dos autores encontram-se na seção 3, incluindo as perspectivas da MDTE diante da constante evolução dos recursos tecnológicos e sua utilização no cenário educacional.

20

I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Nesta seção de embasamento teórico, são apresentados os conceitos, as definições e a inter-relação entre as diferentes áreas de pesquisa voltadas para o processamento computacional de textos.

A evolução da Ciência da Computação e o grande volume de dados gerados em instituições escolares, especialmente em ambientes de ensino e aprendizagem *on-line*, têm resultado no desenvolvimento de *softwares* capazes de identificar e analisar diferentes aspectos em

documentos produzidos nesses contextos. Esses programas visam, sobretudo, auxiliar o trabalho docente no manuseio e na avaliação de grandes quantidades de textos redigidos por alunos nas ferramentas de comunicação fórum e *chat*.

Quando se trata de produções textuais, pode-se usar o termo Linguística Computacional (LC) para se referir, de forma genérica, aos campos de investigação que utilizam a linguagem humana em sistemas computacionais, seja como objeto ou como meio de investigação. Othero e Menuzzi (2005, p. 22) definem a LC como a “área responsável pela investigação do tratamento computacional da linguagem e das línguas naturais”. Conforme os autores, o Processamento da Linguagem Natural (PLN)² e a Linguística de Corpus (LCp)³ são subáreas da LC, podendo utilizar técnicas de Mineração de Texto (MT) como mecanismo auxiliar na pesquisa e no desenvolvimento de programas computacionais direcionados ao estudo da linguagem, pela coleta e análise de dados gerados em AVA.

A subseção seguinte caracteriza esses campos de trabalho.

1.1 Mineração de Dados Educacionais

21

Costa et al. (2012, p. 4) explicam que a mineração de dados em ambientes virtuais com contextos educacionais é uma área de investigação “emergente” que visa ao desenvolvimento e adaptação de

[...] métodos e algoritmos de mineração existentes, de tal modo que se prestem a compreender melhor os dados em contextos educacionais, produzidos principalmente por estudantes e professores, considerando os ambientes nos quais eles interagem, tais como AVAs, Sistemas Tutores Inteligentes (STIs), entre outros.

Entre as muitas possibilidades de aplicação da Mineração de Dados Educacionais apontadas por Baker e Isotani (2011), destacam-se:

² Segundo a Comissão Especial de Processamento de Linguagem Natural da Sociedade Brasileira de Computação (<http://www.nilc.icmc.usp.br/cepln/>), a PLN é a área que “lida com problemas relacionados à automação da interpretação e da geração da língua humana em aplicações como Tradução Automática, Sumarização Automática de Textos, Ferramentas de Auxílio à Escrita, Perguntas e Respostas, Categorização Textual, Recuperação e Extração de Informação [...]”. A PLN colabora, ainda, para o desenvolvimento e disponibilização de dicionários e corpus eletrônicos, além de contribuir com a Inteligência Artificial, notadamente em programas de interação humano-computador, *software* para reconhecimento e síntese de fala (*speech recognition, text to speech*), *chatterbots* (programas capazes de “conversar” com humanos), e *parsers* (analisadores sintáticos).

³ Área que “se ocupa da coleta e exploração de *corpora*, ou conjunto de dados linguísticos textuais que foram coletados criteriosamente com o propósito de servirem para a pesquisa de uma língua ou variedade linguística” (BERBER-SARDINHA, 2004, p. 3).

- obtenção de conhecimento científico relacionado aos estados emocionais do estudante (motivado, frustrado, confuso, entre outros);
- identificação da relação entre estudos emocionais e o comportamento apresentado pelo discente;
- utilização de *softwares* “inteligentes” para fornecimento de suporte e *feedback* apropriados para melhorar a qualidade da aprendizagem do estudante;
- verificação das colaborações dos estudantes nos tópicos dos fóruns de discussão;
- identificação de quem interagiu com quem.

Os autores enfatizam que tais aspectos podem ajudar a compreender quais processos de interação auxiliam a aprendizagem e quais deles a dificultam.

Com propósitos específicos de recuperar e fornecer informações relevantes em contexto educacional, a Mineração de Dados Educacionais recorre, frequentemente, não só às técnicas de Mineração de Texto (MT), mas também à Análise de Conteúdo (AC) para, entre outros: (i) extrair e identificar opiniões; (ii) facilitar o processo de automático de codificação de postagens; (iii) avaliar a sequência dos comentários em fóruns de discussão (*thread discussions*); (iv) identificar padrões de interação em chats; (v) verificar a qualidade da participação dos alunos (ROMERO; VENTURA, 2010).

A MDTE é uma aplicação da “Descoberta de Conhecimento em Textos” (*Knowledge Discovery in Text – KDT*)⁴, área abrangente que trata dos “problemas relacionados ao entendimento, resumo e tratamento de informações (transformando-as em conhecimento útil e aplicável)” (WIVES; LOH, 1999, p.1). A KDT engloba, ainda, a subárea de Mineração de Texto (MT).

As relações de proximidade e interdependência entre as áreas de processamento de dados textuais estão resumidas na figura 1.

O detalhamento e a caracterização da Mineração de Texto e da Análise de Conteúdo encontram-se nas subseções que seguem.

⁴ Os termos “mineração de texto” e “descoberta de conhecimento em textos” são considerados sinônimos para Barion e Lago (2008).

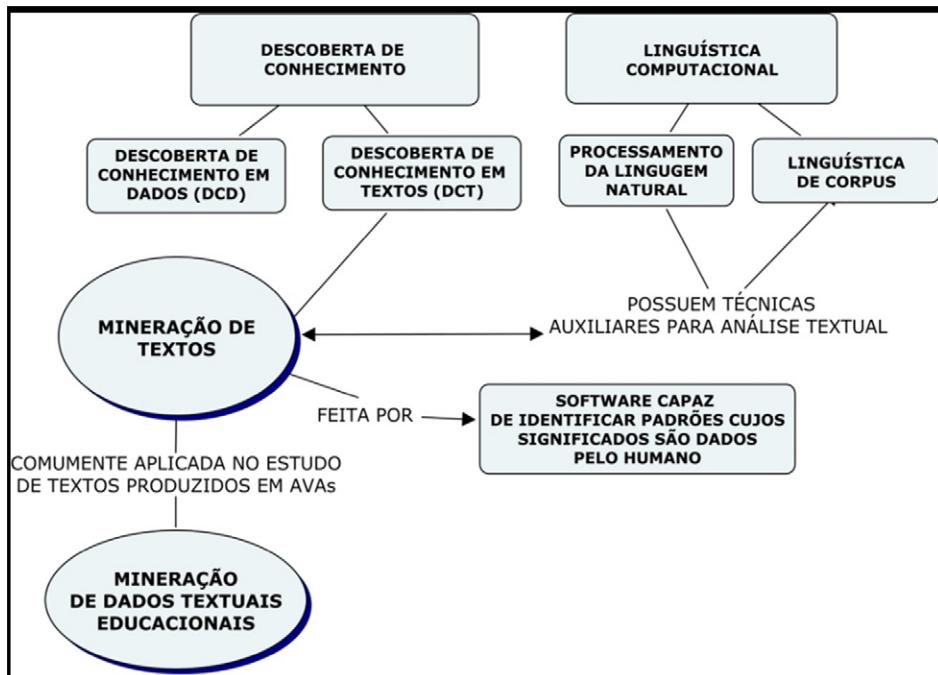


Figura 1 - Relações de proximidade e interdependência entre as áreas de processamento de dados textuais

Fonte: Elaboração própria (2014).

23

1.2 Mineração de Texto

A Mineração de Texto (MT) é o processo no qual um usuário interage com uma coleção de documentos utilizando um conjunto de ferramentas de análise (FELDMAN; SANGER, 2007). Conhecida, também, como Mineração de Dados Textuais (*Text Data Mining*) e Descoberta de Conhecimento a partir de Bancos de Dados Textuais (*Knowledge Discovery from Textual Databases*), a MT é uma área da Ciência da Computação que visa à descoberta de informações novas, ou desconhecidas, por meio da extração automática dos dados em documentos escritos (GUPTA; LEHAL, 2009).

A MT é análoga à Mineração de Dados, distinguindo-se desta por focar no processamento de dados não-estruturados⁵ ou semi-estruturados (*e-mails*, arquivos em diferentes formatos, páginas em HTML, entre outros), para fornecer uma visualização final sistematizada do documento (FELDMAN; SANGER, 2007; FAN et al., 2006).

⁵ Devido à sua estrutura semântica ou sintática, Feldman e Sanger (2007) relatam que todo documento pode ser um “objeto estruturado”. Elementos tipográficos e o layout do texto são exemplos de estruturação em documentos.

O processamento computacional de documentos escritos costuma se apoiar nas seguintes abordagens (LOPES et al., 2009; MORAIS, AMBRÓSIO, 2007):

- Estatística: em que se mede a frequência de ocorrência dos termos;
- Linguística: em que os termos são anotados segundo sua classificação morfológica, sintática e semântica, constituindo as chamadas *tags*. Essa abordagem deve considerar, também, o “discurso” como um todo, particularmente os aspectos pragmáticos (o uso da língua em diferentes eventos comunicativos que afetam a produção textual);
- Híbrida: na qual são usadas as duas técnicas anteriores de forma conjunta.

Segundo Fan et al. (2006), a MT costuma empregar as seguintes técnicas: recuperação de informação, classificação ou categorização, extração de informação, summarização e agrupamento (*clustering*).

Lidando com caracteres, termos (palavras ou sintagmas) e conceitos encontrados em *corpora*, a MT envolve as seguintes etapas:

- *Coleta ou Recuperação da informação*: localização e recuperação de documentos considerados relevantes para o estudo (o *corpus* de análise);
- *Pré-processamento*: em que se faz a “limpeza” do documento pela remoção dos elementos não necessários à compreensão textual. Essa limpeza envolve passos (não obrigatórios conforme o objetivo da pesquisa):
 - Correção ortográfica: quando os termos do documento são comparados aos verbetes de um dicionário (por exemplo, o programa “br.inspell para o português do Brasil, distribuído sob a licença GNU General Public License);
 - Remoção de *stopwords*: filtragem de palavras sem significado semântico relevante (artigos, preposições, conectivos, pronomes relativos, entre outros) visando diminuir o *corpus* de análise;
 - Etapa de *stemming*: nesta fase as palavras são reduzidas à sua unidade mínima de significação (*radical / stem*), como marcas de plural, de conjugação verbal, de gênero, entre outros. A etapa de *stemming* converte todas as palavras com um mesmo radical à sua unidade básica;
 - Etiquetamento morfossintático (*Part-of-Speech Tagging*): as palavras são etiquetadas com base no contexto textual, isto é, com base na função que exercem nas frases;

- o Processamento: separação das partes constitutivas do texto (capítulos, seções, parágrafos, sentenças, palavras, sílabas e fonemas). O sistema mais usado é a separação de frases e palavras – *tokens* (KAPLAN, 2005; FELDMAN; SANGER, 2007). O processo de tokenização (*tokenization*) implica inúmeras dificuldades, entre elas, a distinção entre palavras e abreviações, palavras compostas, e ambiguidade⁶ de significados (KAPLAN, 2005). Essa etapa envolve, ainda, o desenvolvimento dos algoritmos a serem utilizados na mineração textual;
- o Pós-processamento: etapa em que se faz a avaliação e a validação dos resultados visando obter melhor conhecimento do algoritmo usado na mineração.

O analista pode voltar e rever cada passo do processo de modo a refinar os dados obtidos. As etapas do processo de mineração de textos encontram-se ilustradas na figura 2.

Garcia et al. (2011) alertam para o fato de que a maioria das ferramentas de MT são muito complexas, podendo ser de difícil utilização por professores e tutores. Os autores consideram que os programas de MT devem ter interfaces mais intuitivas e com recursos de colaboração que tornem os resultados disponíveis para aprimoramento e utilização em outros cursos.

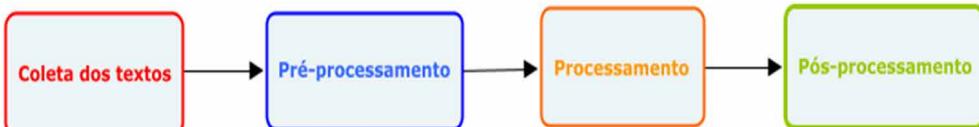


Figura 2 - Etapas do processo de mineração de textos

Fonte: Elaboração própria (2014).

Entre as possibilidades de aplicação da MT, Pang e Lee (2008) destacam estas abordagens usadas na inferência de afetividade em textos: Mineração de Opinião (*Opinion Mining*), Análise de Sentimento (*Sentiment Analysis*), Análise da Subjetividade (*Subjectivity Analysis*), também conhecida como Análise de Julgamento (*Appraisal Analysis*). Na visão dos autores, a Análise de Sentimento visa determinar a atitude dos falantes em relação a algum assunto ou ao texto como um todo.

É importante destacar a utilização frequente da Análise de Conteúdo em conjunto com a MT na descoberta de conhecimento em textos.

⁶ A resolução de ambiguidades costuma ser feita por “analisadores sintáticos” (*parsers*). Esses programas realizam a “interpretação automática (ou semiautomática) de sentenças” pela classificação morfossintática de palavras e expressões nas frases (OTHERO; MENUZZI, 2005).

1.3 Análise de Conteúdo

A Análise de Conteúdo (AC) é definida por Bardin (2010, p. 44) como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção / recepção (variáveis inferidas) destas mensagens”. Esses processos possibilitam determinar a presença de palavras e conceitos (*unidades de registro* ou *unidades de análise*) em determinado texto ou conjuntos de textos (*corpora*), permitindo a análise dos dados de forma qualitativa (busca de dados não-explicícitos) ou quantitativa (número de ocorrências do termo).

A AC pode se apoiar em duas técnicas: a *análise lexical* e a *análise categorial* (BARDIN, 2010). A primeira busca a taxa de ocorrência das unidades lexicais consideradas relevantes na pesquisa (o “repertório léxico” dos sujeitos da investigação). Por sua vez, o levantamento categorial envolve o “desmembramento do texto” em categorias determinadas segundo os objetivos da pesquisa.

Essas técnicas de análise costumam seguir os passos mostrados na figura 3.

26



Figura 3 - Etapas da Análise de Conteúdo

Fonte: Elaboração própria baseada em Bardin, 2010, p.128.

2. MINERAÇÃO DE TEXTO NA ANÁLISE DE POSTAGENS EM FÓRUNS

Os fóruns são ferramentas de interação em AVA que permitem o trabalho colaborativo, o compartilhamento de informação, de opiniões e sentimentos. Constituem, portanto, espaços privilegiados para a socialização dos sujeitos em cursos a distância. Os fóruns são também um recurso chave na avaliação formativa uma vez que possibilitam aos professores e/ou tutores verificar o progresso dos alunos. Como costumam apresentar uma quantidade expressiva de dados textuais, o monitoramento

e a análise desses dados constituem uma tarefa complexa e extenuante (MACEDO et al., 2011).

Segundo Bastos (2012), a observação cuidadosa das postagens envolve “ler-ouvir” e “escrever-dizer”, em outras palavras, manter diálogo constante com e entre os alunos, fato que justifica o desenvolvimento de programas de MT que podem, entre outros, fornecer ao professor / tutor informações que justificam intervenções pontuais.

Os *softwares* de MT precisam ser integrados ao ambiente virtual e apresentar, em uma só interface, todos os recursos de mineração (pré-processamento, mineração e pós-processamento). Dessa forma, os programas ficam melhor disponibilizados para uso por parte do professor / tutor, fornecendo *feedback* rápido para a tomada de decisões (ROMERO; VENTURA, 2010).

2.1 Experimentos de mineração de interações textuais com geração de grafos

Com o objetivo de apoiar o acompanhamento docente em face do grande volume de produções textuais no ETC – Editor de Texto Coletivo (ZANK, 2010), Macedo (2010) utilizou técnicas da mineração de textos para desenvolver a ferramenta “Rede de Conceitos”. O *software* fornece dados quantitativos e qualitativos em forma de grafos, permitindo a identificação de autores (alunos) que demandam atenção. Os resultados do processamento textual podem indicar, entre outros, a necessidade de aprofundamento teórico.

Os grafos também são usados para visualização de dados minerados no software SOBEK (LORENZATTI, 2007), programa aplicado no estudo de Corrêa, Reategui e Biazus (2012), para mostrar se as postagens estão coerentes com a tarefa proposta. Outro estudo utilizando o SOBEK foi realizado por Klemann, Lorenzatti e Reategui (2009) visando verificar como esse programa pode auxiliar a produção textual. Nesse experimento, o processamento textual se deu pela “extração de termos frequentes; criação de uma base de conceitos e relacionamento a partir dos termos extraídos automaticamente; geração de um grafo correspondente aos termos e relacionamentos estabelecidos; escrita do texto com base no grafo gerado” (KLEMMAN et al., 2009, p. 9). Os autores concluíram que o processo de elaboração textual com ajuda do software promoveu melhor compreensão e tratamento do tema proposto. A figura 4 apresenta o grafo gerado no experimento sobre o tema “Escrita”.

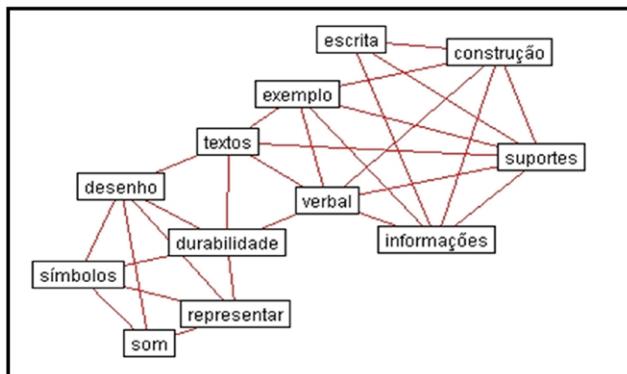


Figura 4 - Exemplo de grafo gerado pelo software SOBEK

Fonte: Klemman et al., 2009, p.6.

Azevedo (2011) desenvolveu o MineraFórum – *software* que realiza a análise qualitativa das mensagens em fóruns de discussão. O programa calcula a relevância da postagem em relação ao tópico proposto para debate, e a análise das contribuições textuais dos alunos é feita por meio de mineração de texto e subsequente geração de grafos. A relevância temática da(s) postagem(ns) é definida pela “relevância da mensagem (RT)”, pela “relevância de citações da mensagem (RM)”, e pela “similaridade da mensagem (SM)”.

A análise das postagens fornece maiores subsídios para avaliação do desempenho do aluno e a elaboração de estratégias de fomento às discussões na ferramenta fórum (AZEVEDO, BEHAR, REATEGUI, 2011). A Figura 5 apresenta a interface do MineraFórum após a seleção da opção “Minerar Fórum” com as mensagens agrupadas por aluno.

28

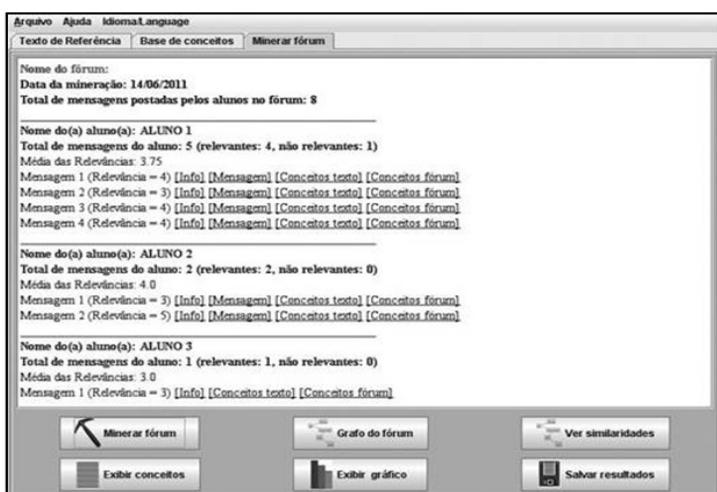


Figura 5 - Interface do MineraFórum após a seleção da opção “Minerar Fórum”

Fonte: Azevedo, 2011b, p.24.

2.2 Identificação de estados afetivos do aluno pela análise de interações discursivas

A relevância da afetividade no desenvolvimento sociocognitivo é apontada por Piaget (2007), Vigotski (1998), Freire (2007), que a consideram indissociável dos aspectos cognitivos. Entre as várias acepções para “afetividade”, este trabalho se baseia em Bercht (2001, p.59), para quem o termo se refere ao conjunto de fenômenos de ordem física e psíquica, incluindo “o domínio das emoções propriamente ditas, dos sentimentos, das emoções, das experiências sensíveis e, principalmente, da capacidade em se poder entrar em contato com sensações”. Considerando o distanciamento físico inherent à EaD, a comunicação por escrito é a forma mais recorrente para se construir e manter vínculos afetivos entre os participantes de cursos a distância (BASTOS et al., 2013).

São apresentados, a seguir, estudos de mineração textual realizados com o objetivo de verificar sentimentos e grau de relacionamento entre os sujeitos em AVA, assim como entre estes e o próprio ambiente de aprendizagem.

Com o objetivo de analisar o “conteúdo emocional” de textos redigidos por alunos, Longhi et al. (2010) usaram o *framework* AWM (*Affect Word Mining*)⁷ para identificar e classificar termos com conotação afetiva em postagens de fórum no ambiente ROODA⁸. Os autores consideraram palavras de conotação afetiva aquelas que exprimem sentimentos, desejos e julgamento, além de adjetivos que indicam valor positivo ou negativo.

O processo de mineração no AWM identifica lexemas afetivos que são, em seguida, classificados conforme os “estados de ânimo” estabelecidos na “Roda dos Estados Afetivos – REA” (LONGHI; BEHAR; BERCHT, 2009). Os quadrantes e subquadrantes da REA apresentam os seguintes “estados de ânimo”: *satisfeito, insatisfeito, desanimado, animado*. Após a identificação das palavras de significado afetivo na etapa de *tokenização*, a validação de seu “caráter afetivo” é checada no banco WordAffectBR(adapt)⁹.

A arquitetura do *Affect Word Mining* encontra-se na figura 6.

⁷ Software desenvolvido no Núcleo de Tecnologia Digital Aplicada à Educação (NUTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁸ Rede Cooperativa de Aprendizagem. Disponível em: <<http://www.ead.ufrgs.br/rooda>>.

⁹ Extensão do WordAffectBR, banco lexical de termos de natureza afetiva na língua portuguesa idealizado por Pasqualotti (2008).

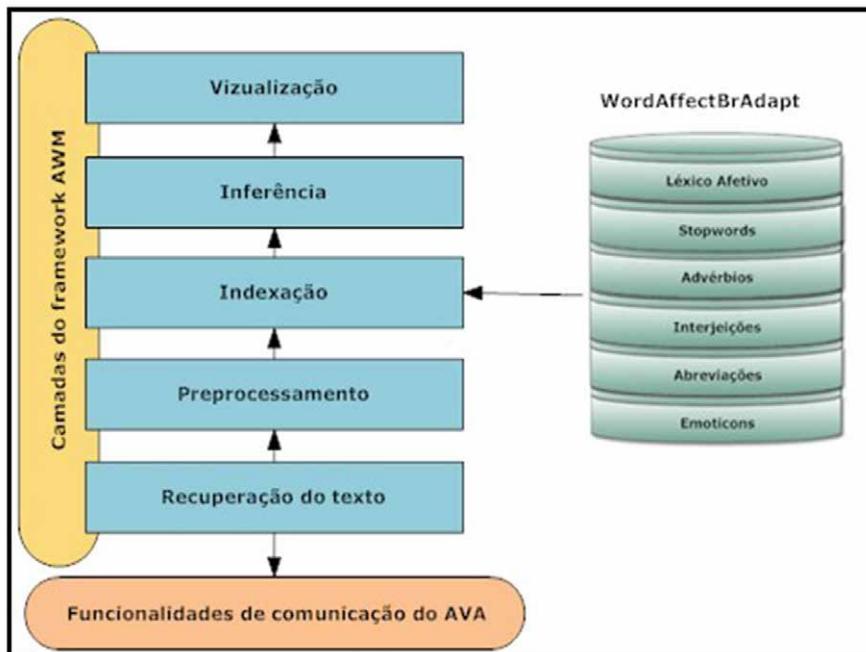


Figura 6 - Arquitetura do framework AWM

Fonte: Longhi et al., 2010, p.6.

30

A satisfação do aluno e sua permanência em cursos a distância podem ser identificadas por seu grau de “presença social” (PS). Entre as várias definições para PS, toma-se a de Bastos (2012, p. 23) em que PS é a “manifestação verbal e percepção da afetividade e interatividade dos sujeitos em relação ao ambiente virtual de ensino e aprendizagem”. Para verificar o grau de PS em fóruns e *chats* ofertados em AVA, Kambara-Silva (2011) desenvolveu o *software Presente!* – um programa de mineração que fornece esse índice conforme as categorias de análise dadas pelo Modelo Presença Plus – PPLUS (BASTOS, 2012; BASTOS; BERCHT; WIVES, 2011). O Modelo PPLUS apresenta quatro grandes classes de indicadores textuais: *afetividade*, *interatividade*, *coesão* e *força*. Essas classes contêm várias subcategorias e unidades de análise de modo a contemplar as diversas estratégias discursivas usadas pelos participantes nos eventos de comunicação.

Não podendo utilizar um analisador sintático, devido ao alto custo, para realizar a análise textual proposta por Bastos (2012), Kambara-Silva (2011) desenvolveu um programa que faz a análise lexicométrica¹⁰ do *corpus* linguístico selecionado. Entre outras características, o *Presente!* (i) permite

¹⁰ A lexicometria faz tratamento estatístico de dados qualitativos gerando uma caracterização topológica e combinatória das pistas discursivas no *corpus* de estudo (DAMASCENO, 2008).

ao usuário acrescentar novas pistas textuais; (ii) gera resultados por classe e subclasse do PPlus, (iii) fornece relatórios dos graus de PS por aluno, por turma, por curso, por fórum, entre outros. A imagem mostra a ferramenta “construtor de categorias” com suas três áreas: (i) a da esquerda, com as classes e pistas textuais correspondentes, (ii) a do meio, que permite a alteração e inclusão de novas pistas, (iii) a da direita, que permite a seleção do tipo análise que se deseja realizar.

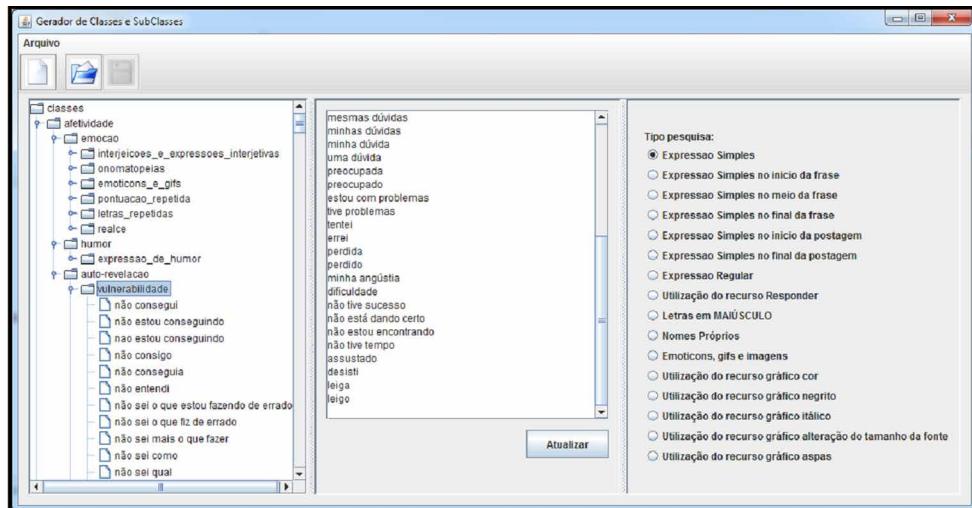


Figura 7 - Interface do módulo “Construtor de Categorias” do software *Presente!*

Fonte: Kambara-Silva, 2011, p. 21.

31

Apesar de alguns impasses ainda por serem superados, os experimentos feitos com o *software Presente!* mostraram que o programa é capaz de identificar as marcas discursivas cadastradas no programa e apontar o grau de PS dos sujeitos envolvidos nos testes. Uma necessidade verificada é integrar o *software* ao um banco de dados lexicais visando a constantes atualizações das pistas lexicais oferecidas no *software*.

Com o objetivo de facilitar o trabalho docente pela identificação de colaborações que demandam maior atenção, Oliveira Jr. e Esmin (2012) conceberam a ferramenta “Classificador de Fóruns” que classifica mensagens em positivas ou negativas. São exemplos de mensagens consideradas positivas no experimento: “*Estou muito satisfeito; Ótimo curso; Achei muito legal*”. Esses trechos foram classificados como tendo natureza negativa: “*Falta de suporte de professores; Preciso de orientação; Aguardo contato urgente*”. Para realização do experimento, os autores integraram seu classificador ao *software GiAva* – “ambiente de gestão e acompanhamento de qualidade

em AVA”, desenvolvido por Esmin et al. (2010). A figura 8 mostra como as mensagens são apresentadas.

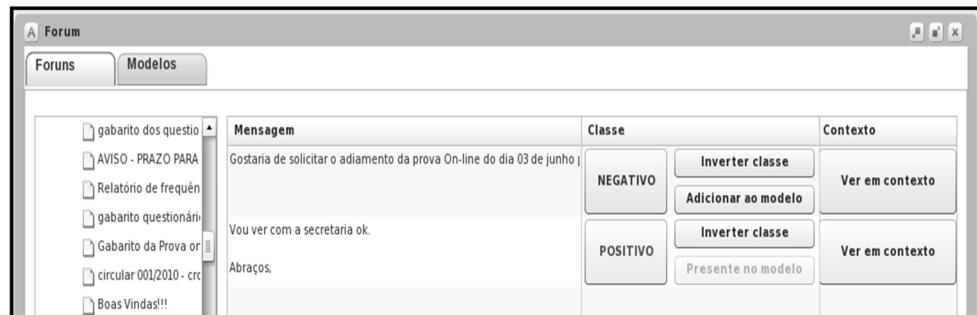


Figura 8 - Interface de apresentação das mensagens

Fonte: Oliveira Jr.; Esmin, 2012, p.6.

O experimento de D'Mello et al. (2008) usou a ferramenta AutoTutor – um sistema de tutor inteligente que monitora as emoções e a aprendizagem dos alunos por meio de interações em linguagem natural. No estudo citado, os autores objetivaram detectar o estado afetivo dos participantes durante a realização de uma atividade de aula em ambiente virtual. Os dados foram avaliados por alunos e dois julgadores treinados para a observação e comparados com os fornecidos pelo programa, gerando resultados semelhantes. Os estados afetivos colhidos no experimento foram, em sua maioria, *tédio, confusão, frustração e neutralidade*. Os autores consideram que versões mais aperfeiçoadas do software AutoTutor poderão fornecer *feedback* e correções de forma estabelecer maior empatia com o aluno, aliviar os sentimentos negativos e aumentar seu interesse no curso.

32

2.3 Estudos de classificação e descoberta de padrões em postagens de alunos

Percebendo a necessidade de se fazer o monitoramento automático de fóruns de discussão, Oliveira Jr. e Esmin (2012) desenvolveram uma ferramenta com uso de algoritmo semissupervisionado – SVM-KNN (LIN; HSIEH; CHUANG, 2009). Segundo os autores, um algoritmo desse tipo “aprende a partir de um pequeno número de dados rotulados juntamente com informações e estruturas internas contidas em um grande número de dados não rotulados”. Para o estudo, as mensagens foram classificadas em “negativas” (quando continham dúvidas, insatisfação ou conteúdo indevido) ou “positivas” (sem padrões para “negativas”). A opção pelo algoritmo SVM-KNN mostrou-se adequado por sua alta taxa de acerto.

O fluxo das postagens em fóruns foi objeto da investigação de Chen e Chiu (2008). Para analisar como as primeiras mensagens afetam as posteriores, os autores consideraram cinco dimensões: (i) julgamento (concordância, discordância e mensagens não respondidas); (ii) conhecimento (contribuição, repetição e falta de conteúdo pertinente); (iii) marcas sociais (positivas, negativas ou nenhuma); (iv) informações pessoais (número de visitas); (v) solicitação (obtenção de respostas ou nenhuma). A pesquisa mostrou que discordância, contribuição, marcas sociais e visitas a mensagens anteriores podem afetar as postagens subsequentes, fato que pode auxiliar o professor a gerenciar o nível das discussões e facilitar o debate de questões polêmicas.

Lin, Hsieh e Chuang (2009) propõem um sistema de classificação das discussões em cascata feita em fóruns por gêneros textuais (anúncio, explicação, pergunta, interpretação, afirmação, conflito, entre outros). Essa classificação – *Genre Classification System* – visa à facilitação da codificação de conteúdos em fóruns. Os resultados obtidos no estudo são inconclusivos quanto à precisão dos resultados obtidos pela mineração de texto quando comparados ao do analista humano.

Baseados na Teoria dos Atos de Fala¹¹ de Austin (1962) e Searle (1981), Ravi e Kim (2007) apresentam uma abordagem para realizar a identificação automática dos tipos de interações em fóruns, particularmente questionamentos sem respostas que demandam atenção do docente. Para o estudo, foi definido um conjunto de “atos de fala” para relacionar as mensagens dentro de uma sequência, ou seja, em relação às postagens anteriores – “perguntas”, “respostas”, “elaboração” e/ ou “correção”. A definição dessas categorias / classificadores foi obtida pela “sequência de palavras” e algoritmos SVM (*Support Vector Machine*). Os autores alertam para a dificuldade de se definir unidades de análise em fóruns porque as discussões, nessa ferramenta, costumam ocorrer de forma não-estruturada e sem coerência.

Considerando que o desempenho do aluno em ambiente virtual não deve se limitar aos aspectos meramente quantitativos (registros de entrada, número de postagens e outros), Bassani e Behar (2006), baseadas no ideário construtivista-interacionista, desenvolveram a ferramenta interROODA. As autoras apresentam um modelo de mapeamento das interações no módulo “Trocas Interindividuais” do ambiente ROODA¹², categorizando as mensagens em “enunciados” (mensagens que iniciam o diálogo) e “citações” (mensagens de resposta aos enunciados). Conforme Bassani e Behar (2006,

¹¹ A noção fundadora da Teoria dos Atos de Fala (*Speech Act Theory*) é que “todo dizer é um fazer”. Isso significa que o principal objetivo da linguagem não é informar, mas realizar algum tipo de ação.

¹² A Rede Cooperativa de Aprendizagem – ROODA – é um *software* livre para apoiar o ensino e aprendizagem em ambiente virtual desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologia Aplicada à Educação – NUTED / UFRGS.

p.7), o “mapeamento das trocas interindividuais pretende refletir a dinâmica das interações que se constituem entre os sujeitos participantes de um AVA”. Da mesma forma, o “percurso da aprendizagem” pode ser avaliado de forma contextualizada.

Com a finalidade de obter um retrato mais abrangente das interações em fóruns, Li e Huang (2008) apresentam um modelo de análise multidimensional em que são aplicadas as seguintes abordagens: (i) Análise de Conteúdo para investigar como se dão as interações e descobrir padrões discursivos nas postagens; (ii) Mineração de texto para identificar os tópicos usados para debate. Além dessas abordagens, o estudo contou com o “componente exportador de dados” do VINCA¹³ para analisar o *corpus* de estudo e identificar o padrão de interações entre os pares, tópicos de discussão mais usados no experimento e a rede de relacionamentos desenvolvida pelos participantes.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo discorreu sobre o campo de pesquisa “Mineração de Dados Textuais Educacionais”, mostrando, particularmente, a relevância de se fazer a mineração de interações discursivas realizadas na ferramenta fórum de discussão. O monitoramento e a análise de postagens feitas por alunos constituem um instrumento auxiliar da avaliação de seu desempenho, sendo, entretanto, uma tarefa complexa e morosa para professores e /ou tutores. Para facilitar o trabalho, programas de mineração de texto, tais como os apresentados neste trabalho, podem mostrar diferentes aspectos da participação do aluno (relevância dos comentários, envolvimento afetivo, entre outros) e orientar as devidas tomadas de decisão.

Considerando a complexidade e os múltiplos fatores envolvidos na elaboração dos intercâmbios linguísticos, pode-se afirmar que o processamento automático das interações feitas em ambientes virtuais oferece desafios e um largo espectro de possibilidades de estudo.

34

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA – ABED. *Relatório Analítico da Aprendizagem a Distância no Brasil 2012*. Curitiba: Ibepex, 2013.

¹³ URL do software: <<http://vincaconnect.com>>.

AUSTIN, J. L. *How to do things with words*. The William James Lectures delivered at Harvard University in 1955. Oxford: Clarendon, 1962.

AZEVEDO, B. F. T. *MineraFórum: um recurso de apoio para análise qualitativa em fóruns de discussão*. 2011. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, 2011.

AZEVEDO, B. F. T.; BEHAR, P. A.; REATEGUI, E. B. Análise das mensagens de fóruns de discussão através de um software para mineração de textos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – SBIE, 22, 2011, Aracaju. *Anais...*, Aracaju, SE, 2011, p. 20-29.

AZEVEDO, B. F. T.; BEHAR, P. A.; REATEGUI, E. B. Automatic Analysis of Asynchronous Discussions. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED EDUCATION, 4, 2012, Porto. *Proceedings...* Porto, 2012. v. 1. p. 5-12.

BAKER, R. J. D.; ISOTANI, S. Mineração de dados educacionais: oportunidades para o Brasil. *Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE*, v. 19, n. 2, 2011.

BAKHTIN, M. (Volochinov). *Marxismo e filosofia da linguagem*. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2010.

BARION, E. C.; LAGO, D. Mineração de textos. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, v. 3, n. 3, 2008.

BASSANI, P. S. *Mapeamento das interações em ambiente virtual de aprendizagem: uma possibilidade para avaliação em educação a distância*. 2006. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, 2006.

BASSANI, P. S.; BEHAR, P. A. Análise das interações em ambientes virtuais de aprendizagem: uma possibilidade para avaliação da aprendizagem em EAD. *Revista Novas Tecnologias na Educação – RENOTE*, Porto Alegre, v. 4, n.1, 2006.

BASTOS, H. P. P. *Presença Plus: Modelo de identificação de presença social em Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem*. 2012. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, 2012.

BASTOS, H. P. P.; BERCHT, M.; WIVES, L. K.; KAMBARA-SILVA, J.; MARTINS, Y. Text mining indicators of affect and interaction: a case study of students' postings in a blended-learning course of English for Specific Purposes. In: Kacprzyk et al. (Ed.). *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Berlim: Springer, 2013. v. 206. p.861-872. Disponível em: <<http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-36981-0/page/1>>. Acesso em: 11 abr. 2015.

BASTOS, H.; BERCHT, M.; WIVES, L. K. Presença Social e Pertencimento em Fóruns Educacionais: Manifestação e Percepção de Afetividade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 22, 2011, Aracaju, SE. *Anais...* Aracaju, SE, 2011. p. 1047-1056.

BERBER-SARDINHA, T. *Linguística de Corpus*. São Paulo: Manole, 2004.

BERCHT, M. *Em direção a agentes pedagógicos com dimensões afetivas*. 2001. Tese (Doutorado em Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, 2001.

CHEH, G.; CHIU, M. M. Online discussion processes: Effects of earlier messages' evaluations, knowledge content, social cues and personal information on later messages. *Computers & Education*, v. 50, n. 3, p. 678-692, 2008.

CORRÊA, Y.; REATEGUI, E. B.; BIAZUS, M. C. A mineração textual de práticas discursivas em um chat: uma perspectiva pedagógica em contexto de EAD. *Revista Novas Tecnologias na Educação – RENOTE*, Porto Alegre, v. 10, n. 1, 2012.

COSTA, E.; RYAN, S. J. D.; BAKER, L. A.; MAGALHÃES, J.; MARINHO, T. Mineração de dados educacionais: conceitos, técnicas, ferramentas e aplicações. In: JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2012. *Anais...* 2012, p.1-29.

DAMASCENO, E. A. A dinâmica da análise lexicométrica e de conteúdo: perspectivas e aplicações ao ensino de língua materna. *Estudos Lingüísticos de São Paulo – GEL*, v.2, p. 42-51, 2007.

D'MELLO, S.; CRAIG, S. D.; WITHERSPOON, A.; McDANIEL, B.; GRAESSER, A. Automatic detection of learner's affect from conversational cues. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, v. 18, n. 1-2, p. 45-80, 2008.

ESMIN, A. A. A.; ALONSO, L. S.; FONSECA, E. B.; COELHO, T. A.; OLIVEIRA Jr.,

R.; GIROTO, R. Giava: Ambiente inteligente de acompanhamento e gestão de qualidades em AVA. In: ENCONTRO DE SOFTWARE LIVRE NA EDUCAÇÃO – ESLE, 2010, João Pessoa, PB. *Anais...* João Pessoa, PB, 2010.

FAN, W.; WALLACE, L.; RICH, S.; ZHANG, Z. Tapping the power of text mining. *Communications of ACM*, Nova York, v. 9, n. 49, p. 76-82, 2006.

FELDMAN, R.; SANGER, J. *The Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 2007.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 35. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

GARCIA, E.; ROMERO, C.; VENTURA, S.; de CASTRO, C. A collaborative educational association rule mining tool. *Internet and Higher Education*, v. 14, n. 2, p. 77-88, 2011.

GUPTA, V.; LEHAL, G. S. A Survey of Text Mining Techniques and Applications. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, v. 1, n. 1, 2009.

37

KAMBARA-SILVA, J. K. *Automatização do processo de aquisição de Presença Social em fóruns e chats*. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, 2011.

KAPLAN, R. A method for tokenizing text. In: ARPPE, A. et al. (Ed.) *Inquiries into Words, Constraints and Context*. CSLI Studies in Computational Linguistics. [S.l.: S.n.], 2005. p. 55-64. Disponível em: <<http://cslipublications.stanford.edu/site/SCLO.html>>. Acesso em: 11 set. 2011.

KLEMANN, M.; LORENZATTI, A.; REATEGUI, E. O Emprego da Ferramenta de Mineração de Textos SOBEK como Apoio à Produção Textual. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2009, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, SC, 2009.

LI, Y; HUANG, R. Analyzing peer interactions in computer-supported collaborative learning: model, method and tool. *Hybrid Learning and Education – Lecture Notes in Computer Science*, v. 5169, p. 125-136, 2008.

LIN, F. R.; HSIEH, L. S.; CHUANG, F. T. Discovering genres of online discussion

thread via text mining. *Computers & Education*, v. 54, n. 2, p. 481-495, 2009.
LONGHI, M. T.; BEHAR, P. A.; BERCHT, M. AnimA-K: recognizing student's mood during the learning process. In: IFIP WORLD CONFERENCE ON COMPUTERS IN EDUCATION – WCCE, 9, 2009, Bento Gonçalves, RS. *Proceedings ...* Bento Gonçalves, RS, 2009.

LONGHI, M. T.; SIMONATO, G.; BEHAR, P. A.; BERCHT, M. Um framework para tratamento do léxico afetivo a partir de textos disponibilizados em um ambiente virtual de aprendizagem. *Revista Novas Tecnologias na Educação – RENOTE*, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 2, 2010.

LOPES, L.; VIEIRA, R.; FINATTO, M. J.; MARTINS, D.; ZANETTE, A.; RIBEIRO Jr, L. C. Extração automática de termos compostos para construção de ontologias: um experimento na área de saúde. *Revista Eletrônica de Comunicação Informação & Inovação em Saúde*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 76-88, 2009.

LORENZATTI, A. *Uma ferramenta de mineração de texto para um editor de texto coletivo*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS. 2007.

38

LOWENTHAL, P. The evolution and influence of social presence theory on online learning. In: KIDD, T. T. (Ed.). *Online education and adult learning: new frontiers for teaching practices*. Hershey, PA: IGI GLOBAL, 2009.

MACEDO A. L.; AZEVEDO, B. T.; BEHAR, P. A.; REATEGUI. E. Acompanhamento da interação e produção textual coletiva através de mineração de textos. *Informática na Educação: teoria e prática*, Porto Alegre, RS, v. 14, n. 2. 2011.

MACEDO, A. L. *Rede de Conceitos: uma ferramenta para contribuir com a prática pedagógica no acompanhamento da produção textual coletiva*. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, 2010.

MOLLER, L. Designing communities of learners for asynchronous distance education. *Educational Technology, Research and Development*, v. 46, n. 4, 1998.

MORAIS, E. A. M.; AMBRÓSIO, A. P. L. *Mineração de Textos*. Relatório Técnico. Universidade Federal de Goiás. 2007. Disponível em: <http://www.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_005-07.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2013.

OLIVEIRA Jr., R.; ESMIN, A. Monitoramento automático de fóruns de discussão usando técnica de classificação de texto semi-supervisionado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 23., 2012, Rio de Janeiro. *Anais...Rio de Janeiro, RJ, 2012.*

OTHERO, G. A.; MENUZZI, S. M. *Linguística Computacional: teoria e prática.* São Paulo: Parábola, 2005.

PANG, B.; LEE, L. Opinion mining and sentiment analysis. *Foundations and Trends in Information Retrieval*, v. 2, n. 1-2, p. 1-135, 2008.

PASQUALOTTI, P. R. *Reconhecimento de expressões de emoções na interação mediada por computador.* Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada). Universidade do Vale dos Sinos - UNISINOS. São Leopoldo, RS, 2008.

PIAGET, J. *Epistemologia Genética.* 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

RAVI, S.; KIM, J. Profiling student interactions in threaded discussions with Speech Act classifiers. In: CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION, 2007, Los Angeles, CA. *Proceedings... Los Angeles, CA, 2007.* p. 357-364.

39

ROMERO, C.; VENTURA, S. Educational data mining: a review of the state-of-the-art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part C: Applications and reviews*, v. 40, n. 6, 2010.

ROMERO, C.; VENTURA, S.; HERVÁS, C.; GONZALES, P. Data mining algorithms to classify students. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATIONAL DATA MINING – EDM'08, 1, 2008, Montreal. *Proceedings... Montreal, Canada, 2008.* p. 8-17.

SÁNCHEZ, L.P. El foro virtual como espacio educativo: propuestas didácticas para su uso. *Revista Quaderns Digitals.* n. 40, 2005.

SEARLE, J. R. *Os actos de fala.* Coimbra: Almedina, 1981.

VIGOTSKI, L. S. *Linguagem e pensamento.* 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WALTHER, J. B. Computer-mediated communication: impersonal, interpersonal, and hyperpersonal interaction. *Communication Research*, v. 23, n.1, p. 3-43, 1996.

WIVES, L. K.; LOH, S. Tecnologias de descoberta de conhecimento em informações textuais (ênfase em agrupamento de informações). In: *OFICINA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (OIA)*, 1999, Pelotas, RS. *Anais...* 1999, Pelotas, RS. p. 28-48.

ZANK, C. *Editor de texto coletivo (ETC): contribuições para o desenvolvimento da competência para o trabalho em equipe*. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, 2010.

Reflexões sobre o uso pedagógico de tablets: ações na formação inicial de professores de Matemática

Silvia Cristina Freitas Batista

Instituto Federal Fluminense [silviac@iff.edu.br]

Doutora em Informática na Educação/UFRGS

Gilmara Teixeira Barcelos

Instituto Federal Fluminense [gilmaraab@iff.edu.br]

Doutora em Informática na Educação/UFRGS

As tecnologias móveis têm potencial para apoiar atividades pedagógicas. Como defendido por Moran (2012), essas tecnologias podem colaborar para uma aprendizagem mais participativa e integrada, combinando momentos presenciais e a distância. Em particular, os *tablets* apresentam recursos que podem facilitar visualizações, investigações e levantamento de hipóteses, estimular atividades colaborativas e contribuir para a motivação dos alunos (SEABRA, 2012).

No entanto, tais possibilidades estão diretamente relacionadas às concepções pedagógicas dos professores. Nesse sentido, é de fundamental importância que ocorram iniciativas direcionadas à formação inicial e continuada desses profissionais, tendo em vista a integração de recursos digitais ao contexto escolar. Como destaca Seabra (2012), sem um uso adequado, esses dispositivos, assim como outros recursos, podem ser apenas modismos adestradores de um mercado consumidor.

Diante desse cenário, foram promovidos três estudos de casos com licenciandos em Matemática, em um Instituto Federal, nos quais *tablets* foram utilizados como recursos pedagógicos. Tais estudos possibilitaram identificar pontos favoráveis e dificuldades no uso pedagógico desses dispositivos, segundo a visão dos licenciandos e das próprias pesquisadoras. Assim, o presente capítulo tem por objetivo discutir esses aspectos.

Considerando esse objetivo, inicialmente, abordam-se a importância da formação inicial de professores para o uso pedagógico de tecnologias digitais e o uso de *tablets* na educação. A seguir, descrevem-se brevemente os estudos de caso realizados e, então, são discutidos os aspectos relacionados ao uso pedagógico de *tablets*, identificados ao longo dos estudos. De maneira geral, foi possível observar que esses dispositivos têm grande potencial para apoiar atividades pedagógicas, mas requerem cuidados em relação a alguns

pontos, tais como: preparação de professores, possíveis distrações, escolha de aplicativos, entre outros.

I. FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E TECNOLOGIAS DIGITAIS

As tecnologias digitais (TD) e as mídias sociais têm contribuído para mudanças na vida cotidiana das pessoas, transformando as formas de entretenimento e de aprendizagem, entre outros aspectos (NASCIMENTO, 2013). É importante ressaltar, no entanto, que apenas a inclusão de TD em escolas e a disponibilização de conteúdos na rede não garantem mudanças positivas no processo de ensino e aprendizagem. O momento e a forma como os professores adotam tecnologias são aspectos que influenciam, diretamente, na ocorrência, ou não, de melhorias nesse processo. Portanto, os professores são pontos chave do sistema educacional. O benefício alcançado com o uso de TD em sala de aula depende, entre outros aspectos, do preparo desses profissionais (NASCIMENTO, 2013).

O uso pedagógico das TD ainda é um desafio para muitos professores. Costa et al. (2012) destacam alguns aspectos que devem ser considerados para que essas tecnologias sejam integradas às práticas docentes: i) a importância da decisão individual do professor em adotá-las; ii) a morosidade do processo de aquisição de confiança para o uso; iii) o grau de profissionalismo do professor, que envolve o reconhecimento da importância de aprender e preparar-se para o uso pedagógico das TD; iv) a importância de pensar as tecnologias no âmbito de uma concepção pedagógica; v) o papel ativo dos alunos.

A formação do professor, em geral, e em particular para integrar as TD, justifica-se, caso corresponda a uma prática profissional melhor¹, pois segundo Costa (2008), a formação como estratégia é cara e morosa, além de apresentar resultados incertos. Afinal, sua eficácia não é uma questão técnica, depende de variáveis difíceis de serem controladas em toda a sua dimensão. É importante prever formas que viabilizem a aplicação das aprendizagens possibilitadas pela formação do professor e que reforcem e desenvolvam os seus efeitos, tais como (COSTA, 2008): i) integração das TD em toda a vida escolar (circulação de documentos, registro de notas, entre outros) e em todas as áreas disciplinares; ii) existência de infraestrutura e de

¹ Segundo o referido autor, determina-se esse “melhor” em função dos objetivos traçados no currículo dos alunos e nos documentos orientadores de cada escola.

recursos adicionais, adequados ao desenvolvimento do currículo dos alunos e ao trabalho extraclasse do professor; iii) empenho da direção escolar em incentivar a utilização das TD, promover o reconhecimento dos professores que o fazem e buscar melhoria das condições materiais; iv) compreensão da formação não como uma estratégia fechada e com valor em si mesma. É importante que a preparação do professor englobe duas finalidades maiores: uma prática pedagógica com integração das TD e a obtenção de resultados escolares mais satisfatórios. Além disso, o acompanhamento, pós-formação, da atividade pedagógica do professor assume um caráter importante, tendo em vista investigar o impacto da formação na rotina do processo de ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, é de suma importância que ocorram iniciativas que contemplam a formação inicial e continuada para a integração das TD ao contexto escolar. Uma perspectiva teórica que pode fundamentar essas iniciativas é o *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK)², ou seja, conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo (MISHRA; KOEHLER, 2006). Essa teoria baseia-se no conceito de saber pedagógico (conhecimento sobre ensinar e aprender), desenvolvido por Shulman (1986). Define-se TPACK como o conhecimento que os professores necessitam ter para ensinar com e sobre tecnologias nas diversas áreas do conhecimento, incluindo a discussão de questões pedagógicas sobre o uso das TD no estudo de conteúdos (MISHRA; KOEHLER, 2006). Além disso, essa perspectiva teórica busca captar algumas das qualidades do conhecimento que o professor precisa ter para integrar as TD ao processo de ensino e aprendizagem, ao mesmo tempo em que leva em conta a natureza contextualizada, complexa e multifacetada desse conhecimento.

A figura 1 destaca as conexões entre conteúdo, pedagogia e tecnologia. Nesse modelo considera-se que a relação entre os três aspectos é fundamental para o bom desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem.

² Inicialmente, usava-se a sigla TPCK, posteriormente foi modificada para TPACK para enfatizar que se trata de um pacote total (*total package*), necessário para integrar, verdadeiramente, tecnologia, pedagogia e conteúdo no processo de ensino e aprendizagem, tendo como foco preparar os alunos para pensar e para aprender com tecnologias (NIESS, 2008).

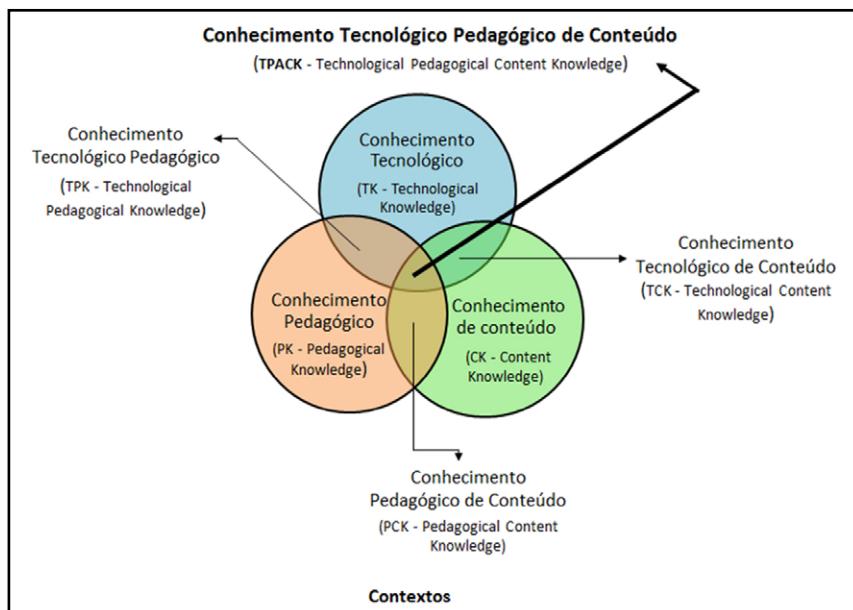


Figura 1 - TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)

Fonte: Using the TPACK image. Adaptado. <<http://tpack.org/>>.

44

Mishra e Koehler (2006) definem as regiões da figura 1:

- **conhecimento de conteúdo** é o conhecimento sobre o assunto que deve ser aprendido ou ensinado. Os professores precisam compreender os temas a serem abordados, incluindo fatos centrais, conceitos, teorias, além de entender a natureza do conhecimento e da investigação em diferentes contextos;
- **conhecimento pedagógico** é o conhecimento profundo sobre processos, práticas e métodos de ensino e aprendizagem. Requer a compreensão de teorias cognitivas, sociais e de desenvolvimento da aprendizagem e como estas são aplicadas em sala de aula. Envolve também aspectos relativos à forma como os alunos constroem conhecimentos e adquirem competências, à gestão da sala de aula, ao desenvolvimento do plano de aula e à avaliação dos alunos, entre outros;
- **conhecimento tecnológico** compreende a habilidade de aprender e de adaptar-se a uma nova tecnologia. No caso das TD envolve, entre outros, o conhecimento de sistemas operacionais e de hardware e a capacidade de selecionar e utilizar diversos softwares, instalar e remover dispositivos periféricos e programas, bem como criar e arquivar documentos;

- **conhecimento de conteúdo e pedagógico** é a mistura de conteúdo e pedagogia numa percepção de como os aspectos de um assunto são organizados, formulados, adaptados e representados para torná-los mais acessível e compreensível para o outro. É o conhecimento necessário para identificar a abordagem compatível com o conteúdo a ser ensinado e, ao mesmo tempo, saber como os conteúdos podem ser organizados visando a uma melhor compreensão do tema. Inclui também o conhecimento que os alunos já possuem para determinada situação de aprendizagem;
- **conhecimento tecnológico do conteúdo** refere-se à maneira como tecnologia e conteúdo se relacionam. Os professores precisam conhecer não apenas o conteúdo a ser ensinado, mas também como o mesmo pode ser alterado por meio do uso de tecnologia;
- **conhecimento tecnológico pedagógico** abrange as potencialidades e as limitações de uma tecnologia particular e como esta pode ser usada no ensino e na aprendizagem. Engloba a forma como as características de uma tecnologia se relacionam com estratégicas pedagógicas;
- **conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo** refere-se à articulação da relação entre tecnologia, pedagogia e conteúdo no processo de ensino e aprendizagem.

45

Portanto, a tecnologia não deve ser tratada fora de um contexto. Um processo de ensino e aprendizagem de qualidade requer a compreensão de como a pedagogia, a tecnologia e o conteúdo se relacionam (MISHRA; KOEHLER, 2006). Isso significa que, para além de olhar cada um desses componentes isoladamente, é necessário considerá-los em pares e os três em conjunto. TPACK requer a compreensão da representação de conceitos usando tecnologias de forma a construir conhecimentos (MISHRA; KOEHLER, 2006).

Nesta seção, discutiu-se, de maneira geral, a importância da formação de professores para o uso pedagógico das TD. No entanto, o assunto principal deste capítulo restringe-se aos *tablets*. Nesse sentido, a seção seguinte aborda o uso educacional desses dispositivos.

2. USO DE TABLETS NA EDUCAÇÃO

Em termos pedagógicos, os *tablets* permitem, além do acesso a materiais de pesquisa na Internet, a interação com simulações e jogos educacionais, a realização de simulados de provas e exercícios e acesso a cursos a distância, entre outras ações (SEABRA, 2012). Funcionam, também,

como máquinas fotográficas, permitindo tirar fotos, editá-las e publicá-las. Possuem recursos para gravação de vídeos e arquivos em áudio e são dotados de sensor de posicionamento e GPS, funções que podem ser importantes para trabalhos escolares (SEABRA, 2012).

Como defendido por Clarke, Svanaes e Zimmermann (2013), há indicativos de que os *tablets* têm potencial para contribuir para a educação, favorecendo a motivação e o envolvimento dos alunos. Assim, segundo os autores, diversos países estão experimentando o uso desses dispositivos na educação formal. Alguns dos recursos desses equipamentos são mais apropriados para registro, organização e revisão de informações, porém outros podem contribuir em atividades mais complexas, que envolvam, por exemplo, o desenvolvimento do pensamento crítico, da autoconfiança e da habilidade de apresentação (CLARKE; SVANAES; ZIMMERMANN, 2013).

Também destacando o potencial pedagógico dos *tablets*, Goodwin (2012), baseado em uma pesquisa com *Ipads*, considera que esses dispositivos podem melhorar o engajamento, a motivação dos alunos e a colaboração entre os mesmos, tanto na educação presencial quanto a distância. Reiterando essa visão, Marés (2012) defende que a portabilidade e a conectividade oferecida pelos *tablets* podem incentivar a colaboração e a interação entre alunos em sala de aula. Ciampa (2013) destaca as potencialidades motivacionais do uso desses dispositivos e sinaliza que a interatividade e o *feedback* automático possibilitados pelos mesmos podem contribuir até para o uso voluntário de aplicativos pedagógicos fora da sala de aula e para o aumento da curiosidade cognitiva dos alunos.

No entanto, apesar de todas as possibilidades pedagógicas dos *tablets*, é preciso atenção em relação a alguns aspectos. Como destaca Marés (2012), o uso pedagógico desses dispositivos ainda precisa ser analisado mais profundamente, de forma a determinar potencialidades e eventuais limitações envolvidas.

Clarke, Svanaes e Zimmermann (2013) destacam, por exemplo, que é importante considerar que os alunos adotam, em geral, uma postura multitarefa, utilizando vários recursos, simultaneamente, o que pode gerar distrações. Nesse sentido, é importante ter regras claras e ter consciência de que o gerenciamento dessa situação também depende do quanto os professores estão dispostos a abrir mão do controle da sala de aula (CLARKE; SVANAES; ZIMMERMANN, 2013). Moran (2012) também alerta para a possibilidade de distrações relacionadas às diversas funcionalidades dos dispositivos móveis e para a consequente necessidade de integração adequada aos propósitos pedagógicos.

Mang e Wardley (2012) apresentam recomendações para o uso

de *tablets*, a partir de uma experiência com alunos do Ensino Superior, usando *iPads*. Segundo os autores, é fundamental que os dispositivos sejam utilizados, regularmente, nas atividades didáticas, para que o uso se torne natural. Além disso, recomendam, entre outras coisas, que os professores conheçam bem o equipamento, antes de utilizá-lo em sala de aula, e planejem, adequadamente, as atividades pedagógicas.

Marés (2012) aponta aspectos a serem considerados em um projeto pedagógico envolvendo o uso de *tablets*: i) conectividade contínua - dada à menor capacidade de armazenamento, requerem conectividade contínua, o que, no caso dos computadores era desejável, mas nem sempre indispensável; ii) consumo x criação de material – no estágio atual, o uso dos *tablets* é mais simples em termos de consumo de material do que para a criação dos mesmos; iii) desenvolvimento de recursos – trata-se de uma questão complexa, pois exige trabalho multidisciplinar e reflexões sobre práticas pedagógicas; iv) desenvolvimento de protocolos de segurança e de proteção contra roubos.

Seabra (2012), por sua vez, destaca que o uso pedagógico dos *tablets* irá requerer um professor preparado, dinâmico e investigativo. Também considerando a importância de papel do professor em todo esse contexto, Kearney e Maher (2013) descrevem uma pesquisa promovida no âmbito de um projeto australiano denominado *Teaching Teachers for the Future*. A pesquisa envolveu 16 alunos do Bacharelado em Educação, cursando uma disciplina de Educação Matemática, e dois professores dessa disciplina. Na pesquisa, foram utilizados *Ipads* em atividades de aprendizagem, realizadas dentro e fora de sala de aula, com o objetivo de investigar como as tecnologias móveis poderiam apoiar a aprendizagem profissional. Fenômenos matemáticos foram capturados em situações cotidianas, fora de sala de aula, e discutidos, posteriormente, em termos de atividades formais. O uso de *Ipads* também contribuiu para aumentar a produtividade e a capacidade de registrar informações. No entanto, houve pouca colaboração em rede (conversas e compartilhamento de dados), embora os licenciandos valorizassem as possibilidades do dispositivo para tal fim.

Também focalizando a formação de professores, Hogue (2013) promoveu uma revisão da literatura sobre a adoção de tecnologias em educação. A referida autora buscou identificar aspectos importantes para a concepção, o desenvolvimento e a avaliação de um programa de formação profissional para apoiar o uso de *Ipad* por professores do Ensino Superior. Nesse sentido, foram identificados cinco aspectos: tecnologia, tempo, crenças individuais, estruturas organizacionais e avaliação. Discutindo cada aspecto, a autora destaca que:

- em relação à tecnologia, há questões sobre *hardware* e *software* que precisam ser analisadas (tais questões, inclusive, muitas vezes, acabam prevalecendo na formação profissional), mas também é fundamental analisar se os alunos percebem o recurso adotado como algo significativo para sua aprendizagem;
- em relação ao tempo, é importante considerar que adoção de um recurso tecnológico não ocorre de imediato, pois é preciso que o educador absorva informações sobre a nova tecnologia e reflita sobre como a mesma pode contribuir para o seu trabalho;
- quanto às crenças individuais, é essencial entender que a adoção de uma tecnologia é uma escolha pessoal e, dessa forma, a visão pedagógica de cada professor desempenha papel fundamental;
- a cultura e a estrutura organizacional também influenciam muito no sucesso da adoção de tecnologia. Uma instituição pode ter políticas e práticas que ajudam ou dificultam a adoção. Por exemplo, instituições conservadoras podem apresentar posturas mais resistentes, dificultando a inserção de tecnologias;
- quanto à avaliação, é fundamental que programas de formação profissional sejam avaliados e que relatórios e artigos sobre o tema não fiquem apenas na descrição dos programas, discutindo, de fato, a eficácia dos mesmos.

Abordando, em particular, a questão dos aplicativos educacionais para dispositivos móveis, é importante esclarecer que estes englobam os desenvolvidos especificamente para fins educacionais e, também, aqueles projetados para outros usos, mas que podem ser adaptados para fins pedagógicos (EDUCAUSE, 2010). Os aplicativos específicos para educação, em geral, envolvem breves interações, utilizando recursos simples de navegação e gráficos que permitam a adequação a vários tamanhos de tela. Assim, normalmente, possibilitam uma revisão rápida de informações, e não estudos muito prolongados, e são mais adequados a atividades como levantamento de informações e apoio ao estudante em alguma atividade educativa (EDUCAUSE, 2010). No entanto, é importante considerar que os dispositivos móveis estão evoluindo rapidamente e tendem a proporcionar cada vez mais facilidade de acesso a informações e melhor suporte para aplicativos multimídia e colaborativos (EDUCAUSE, 2010).

Embora aplicativos não propriamente educacionais possam ser muito úteis em diversos contextos pedagógicos, defende-se que recursos direcionados a temas curriculares são fundamentais. Estes podem contribuir

para uma aproximação mais efetiva entre os dispositivos móveis e a educação formal (BATISTA, 2011).

Em relação aos *tablets*, Marés (2012) destaca que, embora existam diversos aplicativos educacionais para esses dispositivos, muitos foram concebidos para contextos que não exigem a intervenção de professores. Portanto, a utilização dos mesmos, em sala de aula, pode requerer estratégias adequadas para que esses aplicativos possam colaborar para os objetivos pedagógicos pretendidos.

Antes de estabelecer tais estratégias, no entanto, é preciso selecionar o(s) aplicativo(s). Essa ação requer, primeiramente, a identificação de recursos, preferencialmente gratuitos, compatíveis com o sistema operacional dos *tablets* a serem utilizados. A seguir, o professor deve analisar os aplicativos identificados, em termos de aspectos fundamentais como conteúdo, funcionamento, usabilidade e proposta pedagógica. Há muitos aplicativos disponíveis, mas nem sempre os mesmos apresentam qualidade adequada. Assim, essa análise prévia é essencial. Em termos de proposta pedagógica, Batista (2011) menciona que muitos aplicativos para dispositivos móveis podem ser utilizados de diferentes formas, sem ter uma proposta pedagógica claramente associada. Portanto, podem colaborar em atividades investigativas ou apoiar atividades mais tradicionais, dependendo da abordagem adotada pelo professor (BATISTA, 2011).

De acordo com o que foi discutido nesta seção, observa-se que os *tablets* têm potencial para apoiar atividades pedagógicas diversas. Certamente, alguns cuidados são necessários, dentre os quais a formação adequada do professor. Considerando esse contexto, foram realizados estudos de caso na Licenciatura em Matemática de um Instituto Federal. Tais estudos foram analisados e as reflexões embasam a seção seguinte.

3. TABLETS NA LICENCIATURA EM MATEMÁTICA: REFLEXÕES SOBRE O USO PEDAGÓGICO

Ao longo do ano de 2013, foram promovidos três estudos de caso na Licenciatura em Matemática de um Instituto Federal. O primeiro (BARCELOS et al., 2013) foi realizado na turma do quarto período, na disciplina Geometria IV, ministrada por uma das autoras deste artigo, em fevereiro/março de 2013. O estudo buscou captar a visão dos licenciandos sobre a elaboração de mapas mentais em *tablets* e computadores.

O segundo estudo de caso (BARCELOS; BATISTA, 2013) ocorreu na disciplina Educação Matemática e Tecnologias, em agosto de 2013. Foram

resolvidos, geometricamente, sistemas lineares 2x2 e 3x3, utilizando, no total, plotadores gráficos de quatro aplicativos para *tablets* com sistema operacional Android. O estudo buscou discutir a visão de licenciandos sobre os plotadores gráficos dos aplicativos considerados, quando utilizados para o estudo de sistemas lineares 2x2 e 3x3.

O terceiro estudo³ (MOREIRA; BARCELOS; BATISTA, 2013) também foi promovido na disciplina Educação Matemática e Tecnologias, porém em setembro de 2013. O objetivo foi captar a visão dos licenciandos sobre o aplicativo GeoGebra para *tablets* Android, promovendo uma comparação com a versão para computador.

Os *tablets* utilizados nos estudos de caso pertencem ao Projeto Pró-Docência⁴, vinculado à instituição de ensino em questão, e foram adquiridos com verba da CAPES. São sete *tablets* Motorola XOOM, com sistema operacional Android e tela 10.1 polegadas. São utilizados em ações destinadas a professores em formação, tendo em vista o levantamento de potencialidades e de dificuldades do seu uso pedagógico. Tais equipamentos ficam com os alunos apenas durante o período de utilização em sala de aula.

Na coleta de dados, nos estudos de caso, foram adotados os seguintes instrumentos: observação, questionário e conteúdo dos arquivos produzidos pelos licenciandos. Os dados foram analisados segundo uma abordagem, predominantemente, qualitativa.

Os estudos de caso foram fundamentados no referencial TPACK e permitiram identificar pontos favoráveis e dificuldades no uso de *tablets*, segundo a visão dos licenciandos e das próprias pesquisadoras. A subseção seguinte discute esses aspectos.

3.1 Uso pedagógico de *tablets*: pontos favoráveis e dificuldades

Em todos os estudos de caso mencionados, o aspecto motivador dos *tablets* ficou bastante evidenciado. A receptividade dos alunos às atividades propostas foi sempre muito boa, o que sinaliza que o uso desse dispositivo pode contribuir para a motivação dos alunos.

Considera-se, no entanto, que esse aspecto motivador só será significativo se associado a propostas pedagógicas bem fundamentadas. Sem um objetivo educacional claramente definido, a motivação, em termos pedagógicos, pode ser muito breve e outras possibilidades de uso podem prevalecer, implicando distrações. Manter um jovem concentrado em uma

³ Os referidos estudos são identificados neste texto, respectivamente, por estudo de caso 1, 2 e 3.

⁴ Desenvolvido nas licenciaturas do IFFluminense, de janeiro de 2010 a março de 2014, tendo por objetivo geral implementar ações direcionadas à formação de professores.

atividade pedagógica ao utilizar um dispositivo móvel conectado à Internet não é tarefa simples. Redes sociais, vídeos, jogos, entre outras possibilidades, atraem e tiram a concentração do aluno. Assim, é preciso que o professor não perca de vista que os *tablets* contribuem para a motivação dos alunos, mas se a atividade pedagógica proposta não for bem planejada, com objetivos claros, esse caráter motivacional poderá se esgotar rapidamente.

Essa questão remete à necessidade da preparação do professor. Esse aspecto também foi destacado nos estudos de caso realizados. Sem uma formação adequada, mesmo professores de gerações mais novas poderão se sentir inseguros em relação ao uso pedagógico de TD. Além disso, existe o risco de um uso pedagógico superficial, direcionado mais para a tecnologia do que para a aprendizagem que a mesma possa favorecer. O uso de tecnologia deverá sempre ser entendido como meio, não como fim. Outro ponto a ser mencionado é o fato de que o uso de recursos tecnológicos não reduz o trabalho do professor em sala de aula, apenas o modifica. Sem um professor ativo, questionador, que incentive investigações e descobertas, não há ganhos significativos. Dessa forma, o professor assume outros papéis, mas sem delegar às tecnologias responsabilidades que são especificamente suas. Assim, observa-se que um fator essencial para o uso pedagógico de TD é a concepção de educação que o professor traz consigo, o que tem forte relação com a sua formação inicial.

Além do aspecto motivador, outro ponto positivo observado em relação aos *tablets*, foi a facilidade de uso dos aplicativos. Os licenciandos, participantes dos estudos de caso, não conheciam os aplicativos utilizados, no entanto lidaram com os recursos sem dificuldades, o que foi considerado muito positivo. Como futuros professores, essa habilidade de lidar com aplicativos poderá ser muito útil em termos profissionais.

Importante ressaltar que o número de aplicativos educacionais para dispositivos móveis têm aumentado, assim como a qualidade dos mesmos. Ocorre um processo semelhante à trajetória percorrida pelos *softwares* educacionais para computadores, que também foram se diversificando, tornando-se mais fáceis de usar e com mais recursos pedagógicos. Nos estudos de casos realizados, o uso de aplicativos educacionais entre os licenciandos ainda não era uma ação muito comum, mas a tendência é que essa prática se torne mais habitual com a popularização dos dispositivos móveis e dos aplicativos.

Em termos de recursos oferecidos, os aplicativos utilizados nos estudos de caso, em geral, apresentavam um menor número de opções do que suas versões para computador. Isso foi observado pelos licenciandos e levado em consideração quando avaliaram um mesmo *software*, em suas versões para

computador e para *tablet*. Porém, a expectativa é de que, com a evolução tecnológica, os aplicativos possam contar cada vez mais com recursos semelhantes aos de suas versões para computador. Ainda focalizando a questão dos aplicativos, ressalta-se a importância de que professores saibam selecionar esses recursos. Avaliar aplicativos com propostas semelhantes e identificar qual(is) o(s) mais apropriado(s) para contribuir com seu objetivo pedagógico é uma ação que o professor deve realizar com atenção, considerando critérios como: adequação do conteúdo pedagógico, facilidade de aprendizagem e de uso, possibilidade de salvar e compartilhar arquivos, visualizações de boa qualidade, entre outros.

No terceiro estudo de caso, os licenciandos instalaram um aplicativo no *tablet* e destacaram, oralmente, a facilidade e rapidez com que fizeram essa instalação. No entanto, apesar disso, a ausência, no *tablet*, de certos recursos habituais, acessíveis via teclado do computador/notebook, foi uma dificuldade mencionada pelos alunos. Em particular, a posição dos botões que deviam ser utilizados para a realização da captura de tela, no sistema Android, foi um fator que gerou bastante dificuldade entre os licenciandos.

A praticidade de uso dos *tablets* também foi observada. Os mesmos podem apoiar atividades pedagógicas estando acessíveis quando necessário, sem requerer deslocamentos para laboratórios de informática. Permite, também, que imagens sejam ampliadas ou reduzidas apenas com o toque na tela, de maneira bem simples. Tais características contribuem para que os *tablets* possam ser integrados ao contexto pedagógico de forma natural.

Em relação ao fato dos *tablets* serem institucionais, os licenciandos apontaram duas dificuldades principais: i) não poder levar para casa para concluir as atividades e investigar mais intensamente; ii) impossibilidade de cadastrar a conta de *e-mail* pessoal no equipamento, o que tornaria mais simples o envio de telas capturadas. De fato, o uso apenas no período da aula reduz uma das principais potencialidades do uso educacional dos dispositivos móveis que é possibilitar a aprendizagem a qualquer tempo e lugar. Além disso, os dispositivos móveis são equipamentos concebidos para serem de uso pessoal. Não poder personalizá-los de acordo com preferências e necessidades dificulta as ações do usuário.

Em termos administrativos, a proposta de uso de *tablets* institucionais também requer atenção para alguns aspectos, tais como: i) o controle da saída e da devolução dos equipamentos; ii) carregamento de baterias (as salas muitas vezes não têm tomadas suficientes); iii) atualização do sistema operacional e instalação de aplicativos solicitados; iv) conexão à Internet; v) riscos de usos indevidos.

No entanto, o uso de equipamentos institucionais tem a vantagem da

padronização dos equipamentos. Isso permite ao professor escolher, com mais segurança, os recursos a serem utilizados, sem se preocupar com diferenças entre sistemas operacionais e modelos do equipamento. Usar dispositivos móveis dos alunos poderá requerer, por exemplo, a identificação e a seleção de aplicativos semelhantes para atender a diferentes sistemas operacionais.

Além das distrações que os dispositivos móveis podem proporcionar, há também o favorecimento de situações de repasse de informações em atividades avaliativas. Essas questões são mais acentuadas quando o dispositivo móvel focalizado é o *smartphone*, mas também ocorrem em relação aos *tablets*. O tamanho maior desses dispositivos quando comparados ao dos *smartphones* diminui a possibilidade de usos inadequados, em sala de aula, mas não impede que os mesmos ocorram.

Finalizando, destaca-se que considerar a integração do conhecimento pedagógico tecnológico e de conteúdo (TPACK) foi fundamental para o desenvolvimento dos estudos realizados. Possibilitou que os licenciandos, públicos alvos dos estudos de caso, percebessem que a tecnologia não tem um fim em si mesmo.

As reflexões tecidas nessa seção não esgotam o assunto. As mesmas visam apenas contribuir para uma discussão mais ampla sobre o tema. Destaca-se que, de maneira geral, a falta de intimidade dos licenciandos com os *tablets* não ocasionou problemas. Porém, em algumas situações, os mesmos consideraram mais fácil o uso do computador. Apesar disso, é possível afirmar que, para a maioria, os *tablets* podem ser bons recursos pedagógicos. Os comentários⁵ apresentados a seguir ratificam essa visão:

53

Considero um bom recurso pedagógico, pela boa interatividade e facilidade de transporte, podendo utilizar na sala de aula com os alunos, provocando aprendizagem por descoberta, inserindo tablets para fins educativos (Estudo de caso 2- Estudante G).

Sim. Pois pode incentivar o aluno por não se limitar em estudar no lugar fixo. Mas o professor deve ser qualificado, pois como já sabemos o tablet não substitui o professor (Estudo de caso 2 - Estudante O).

Sim, pois além da mobilidade e a boa visualização dos gráficos, é um ótimo estimulador na aprendizagem, pois os alunos gostam de utilizar esses recursos tecnológicos (Estudo de caso 3- Aluno E).

Sim. Pois além de facilitar o estudo da matéria aproxima a matéria da realidade do aluno (Estudo de caso 3-Aluno Q).

⁵ Esses comentários foram obtidos nas respostas dos questionários utilizados em dois dos estudos de caso comentados neste trabalho. Questionou-se, por meio de uma pergunta aberta, se os alunos, como futuros professores, consideram que os *tablets* podem ser bons recursos pedagógicos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os *tablets* estão se tornando cada vez mais populares. Conhecer e analisar possibilidades pedagógicas desses equipamentos é essencial para a formação de professores. Afinal, contribuir para o desenvolvimento de uma visão crítica frente ao uso pedagógico de *tablets* pode ser muito importante na prática profissional. Porém, certamente, como qualquer outro recurso, esses dispositivos precisam ser entendidos como instrumentos mediadores da aprendizagem e utilizados sempre com objetivos pedagógicos bem definidos. De forma geral, quanto aos dispositivos móveis, entende-se que gerações futuras, ainda mais familiarizadas com os mesmos, poderão tirar proveito desses recursos, em termos educacionais, com facilidade, se forem bem orientadas nesse sentido.

Nenhum recurso, tecnológico ou não, representa a solução para os problemas educacionais. Tais problemas requerem soluções complexas que necessitam do envolvimento de toda a sociedade. Mas, recursos pedagógicos podem contribuir para uma compreensão melhor de temas abordados. Nesse sentido, defende-se que as TD têm potencial para apoiar o processo de ensino e aprendizagem. Considera-se que não tirar proveito das potencialidades dessas tecnologias é tentar manter a educação formal fora do contexto atual.

Nesse capítulo, foram abordados aspectos observados em estudos de casos com licenciandos em Matemática. Como estudos futuros, pretende-se investigar o uso pedagógico de *tablets* com alunos do Ensino Médio e com professores em serviço. Tais experiências poderão permitir a identificação de novos aspectos não abordados neste texto. Além disso, objetiva-se verificar se os licenciandos que participaram dos estudos de caso utilizarão os *tablets* em outras disciplinas da licenciatura. Em caso afirmativo, analisar o que foi realizado e qual o resultado alcançado.

54

REFERÊNCIAS

BARCELOS, G. T.; BATISTA, S. C. F. MOREIRA, L. S.; BEHAR, P. A. Uso Educacional de Tablets: Estudo de Caso na Formação Inicial de Professores de Matemática. *Revista Novas Tecnologias na Educação* (RENOTE), v. 11, n. 1, p. 10, jul. 2013.

BARCELOS, G. T.; BATISTA, S. C. F. Uso de Aplicativos em Tablets no Estudo de Sistemas Lineares: percepção de licenciandos em Matemática. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - TISE,

23., 2013, Porto Alegre. *Anais PUCRS/ Universidad de Chile, Porto Alegre, RS, 2013.* p. 168-175.

BATISTA, S. C. F. *M-LearnMat: Modelo Pedagógico para Atividades de M-learning em Matemática.* Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2011.

CIAMPA, K. Learning in a mobile age: an investigation of student motivation. *Journal of Computer Assisted Learning*, p. 1-15, ago. 2013.

CLARKE, B; SVANAES, S; ZIMMERMANN, S. *One-to-one Tablets in Secondary Schools: an evaluation study.* Stage 2: January – April 2013. Family Kids and Youth, 2013. Disponível em: <<http://www.tabletsforschools.co.uk/wp-content/uploads/2012/12/FKY-Tablets-for-Schools-Stage-2-Full-Report-July-2013.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

COSTA, F. (Coord.). *Competências TIC: estudo de Implementação*, v.1. Lisboa: GEPE/ME (Gabinete de Estatística e Planejamento da Educação), 2008. Disponível em: <<http://www.pte.gov.pt/pte/PT/Projectos/Projecto/Documentos/index.htm?proj=47>> Acesso em: 15 jan. 2014.

55

COSTA, F. A. (Coord.); RODRIGUES, C.; CRUZ, E.; FRALDÃO, S. *Repensar as TIC na Educação: o professor como agente transformador* Lisboa: Santillana, 2012. (Coleção Educação em Análise).

EDUCAUSE. *7 Things You Should Know about Mobile Apps for Learning.* [S.l.: S.n.], 2010. Disponível em: <<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/EL17060.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

GOODWIN, K. *Use of Tablet Technology in the Classroom.* NSW Curriculum and Learning Innovation Centre. [S.l.: S.n.], 2012. Disponível em: <http://rde.nsw.edu.au/files/iPad_Evaluation_Sydney_Region_exec_sum.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2014.

HOGUE, R. J. Considerations for a Professional Development Program to Support iPads in Higher Education Teaching. *Ubiquitous Learning: an international journal.* v. 5, n. 1, p. 25-35, 2013.

KEARNEY, M; MAHER, D. Mobile learning in Maths teacher education: using ipads to support pre-service teachers' professional development. *Australian Educational Computing*, v. 27, n. 3, p. 76-84, 2013.

MANG, C. F.; WARDLEY, L. J. Effective Adoption of *Tablets* in Post-Secondary Education: Recommendations Based on a Trial of iPads in University Classes. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, EUA. v. 11, p. 301-317, 2012. Disponível em: <www.jite.org/documents/Vol11/JITEv11IIPp301-317Mang1138.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2014.

MARÉS, L. *Tablets in Education: opportunities and challenges in one-to-one programs*. 2012. Estudo realizado pela Rede Latinoamericana de Portais Educativos, com contribuição da Organização de Estados Iberoamericanos (OEI), Buenos Aires, Argentina. Disponível em: <<http://www.relpe.org/wp-content/uploads/2012/04/Tablets-in-education.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, jun. 2006.

MORAN, J. M. *Tablets e netbooks na educação*. [S.l.: S.n.], 2012. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/?page_id=20>. Acesso em: 30 jan. 2014.

MOREIRA, L. S.; BARCELOS, G. T.; BATISTA, S. C. F. Geometria Dinâmica em Tablets: Estudo de Caso com o Aplicativo Geogebra. *Revista Novas Tecnologias na Educação* (RENOTE), v. 11, n. 3, p. 10, dez. 2013.

NASCIMENTO, A. C. T. A. de A. A Integração das Tecnologias às Práticas Escolares. In: *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil: TIC Educação 2012*. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2013, p. 45-49. Disponível em: <<http://www.cetic.br/publicacoes/2012/tic-educacao-2012.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2013.

NIESS, M. L. Knowledge needed for teaching with technologies – Call it TPACK. *AMTE Connections*, v. 17, n. 2, p. 9-10, 2008.

SEABRA, C. *Tablets na sala de aula* [Blog], 2012. Disponível em: <<http://cseabra.wordpress.com/2012/04/22/tablets-na-sala-de-aula/>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

SHULMAN, L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, fev. 1986.

As etapas da construção de objetos de aprendizagem em Flash e HTML5 a serviço dos professores de matemática para apoiar ações de ensino e aprendizagem

Leandro Pires de Souza

Instituto Federal Fluminense [leandro.pires.souza@outlook.com]

Graduando em Bacharelado em Sistemas de Informação

Arilise Moraes de Almeida Lopes

Instituto Federal Fluminense [arilise@iff.edu.br]

Doutora em Informática na Educação/UFRGS

Diante dos avanços tecnológicos que permeiam todas as áreas do conhecimento, o uso de recursos pedagógicos na Educação apresenta-se como uma possibilidade para favorecer processos de ensino e aprendizagem na sala de aula.

No entanto, ao expandir o repertório tecnológico dos docentes, como meio de instrumentalizá-los para uma prática pedagógica diferente da tradicional, há de se desenvolver nestes uma reflexão crítica e competente para o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (GARCIA et al., 2011).

Para que haja uma educação de qualidade, o uso das TIC deve ser apoiado por uma proposta pedagógica coerente com os processos de ensino e aprendizagem desenvolvidos na sala de aula. Dentre as TIC, em apoio ao ensino e aprendizagem, estão os Objetos de Aprendizagem (OA) que, na última década, vêm sendo discutidos por pesquisadores de diversas áreas de ensino como uma alternativa de recurso pedagógico, possibilitando o estímulo do raciocínio e o pensamento crítico dos alunos, quando trabalhados na sala de aula ou em espaços extraclasse (MACEDO; LAUTERT; CASTRO-FILHO, 2008).

Várias são as definições para OA pesquisadas. A proposta por Wiley (2000) é a mais citada. O autor define OA como qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para assistir à aprendizagem. Não existe um consenso entre os autores, sobre o termo OA, havendo, na literatura, muitos outros termos utilizados, tais como objetos educacionais (TAROUCO; FABRE; TAMUSIUNAS, 2003), objetos instrucionais (GIBBONS; NELSON; RICHARDS, 2000), objetos espertos (ABDULMOTALEB et al., 2000), objetos funcionais (GOMES et al., 2005) e objeto do conhecimento (GLUZ; XAVIER, 2011).

Essas definições resultam de diferentes visões acerca de sua aplicação pedagógica e tecnológica. Embora algumas delas sobre OA tenham um

enfoque mais operacional, este artigo baseia-se na definição de Lopes (2012), que considera OA um recurso digital ou não digital a ser usado em ações de ensino e aprendizagem, composto por processos de mediação do conhecimento entre professor-aluno e aluno-aluno, na utilização do objeto, de forma a possibilitar novos conhecimentos.

No Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, entre os núcleos de pesquisa existentes, há o Núcleo de Tecnologias Educacionais e Educação a Distância (NTEAD) e Núcleo de Informática na Educação (NIE), dos quais os autores deste trabalho participam. Entre as linhas de pesquisa, desenvolvem-se os OA em Flash e HTML5 voltados para o ensino de Matemática, para serem oferecidos a professores e a alunos do Ensino Médio da rede pública.

Diante dos avanços nas pesquisas com a linguagem HTML5, uma das linhas de pesquisa do NIE se volta para o “Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Digitais Acessíveis para alunos com Deficiência Visual”. O grupo pertencente a este núcleo desenvolveu um OA em HTML5.

Assim, este artigo apresenta os procedimentos metodológicos no desenvolvimento de um OA voltado para o estudo do conteúdo de Adição e Subtração de Matrizes para o Ensino Médio, usando a linguagem HTML5 e a comparação com a implementação do mesmo objeto desenvolvido com o *software* Macromedia Flash 8, destacando-se as vantagens e as desvantagens observadas na implementação em HTML5. Para esse OA, foi proposto também implementar requisitos de acessibilidade para atender pessoas com deficiência visual.

O artigo está estruturado em seis seções, a saber: “Histórico do HTML5”, “Procedimentos Metodológicos para o desenvolvimento do Objeto de Aprendizagem em HTML5: *Adição e Subtração de Matrizes*”, “Ambientes de desenvolvimento”, “Implementação dos Requisitos de Acessibilidade”, “Comparações entre os OA em HTML5 e Flash” e “Considerações Finais”.

I. HISTÓRICO DO HTML5

HTML (*HyperText Markup Language*) é uma linguagem de marcação para hipertextos criada por Tim Bernes-Lee, tendo logo se tornado a principal linguagem utilizada na construção de páginas para a *Web*, sendo seus padrões definidos pela *World Wide Web Consortium* (W3C, 2008).

Em 1997, a W3C publicou o HTML4.0 e, em 1999, apenas dois anos após, o HTML4.01 surgiu como uma revisão do HTML4.0, tendo saído ainda uma errata quanto ao HTML4.01 em 2001. Ambos traziam diversos recursos

como o suporte a folhas de estilos e a possibilidade de implementar objetos que não fossem em HTML como, por exemplo, aplicações em Flash ou Java *Applets*. Também criou-se um novo modelo para tabelas, além de novos parâmetros que visavam aumentar a acessibilidade da página.

Em 2004, surge o WHATWG (*Web Hypertext Application Technology Work Group*), grupo de trabalho não oficial com colaboração aberta dos desenvolvedores dos principais *Browsers* do mercado, com o objetivo de elaborar especificações baseadas em HTML e tecnologias relacionadas, para facilitar o desenvolvimento de aplicações *Web* interoperáveis e posteriormente submeter seus resultados à W3C. Esse grupo de trabalho deu origem ao HTML5. Em 2008, a W3C anuncia o HTML5, com base nas especificações entregues pela WHATWG (PILGRIM, 2010).

HTML5 é a nova versão da linguagem de marcação para a *Web* HTML, provendo novos recursos para a criação de aplicações *Web* moderna e padronizando recursos já utilizados por desenvolvedores há anos, sem que os mesmos tivessem sido vetados ou documentados por um comitê de padronização (PILGRIM, 2010).

As expectativas quanto ao HTML5 para o futuro na *Web* vêm crescendo a cada dia. Houve uma preocupação com os OA desenvolvidos no núcleo de pesquisa, que, até o ano de 2012, eram desenvolvidos exclusivamente em Flash. Diante da possibilidade de se utilizar a linguagem HTML5, surgiu a ideia de se desenvolver um objeto com essa linguagem, descrito na seção a seguir.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM EM HTML5: ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO DE MATRIZES

O desenvolvimento do OA pelo grupo de pesquisa está baseado em Polsani (2003), que define quatro etapas, a saber: concepção do projeto, planificação, implementação e validação. Descrevem-se essas etapas percorridas para o desenvolvimento do OA em HTML5: Adição e Subtração de Matrizes nas próximas subseções.

2.1 Concepção

A concepção do OA iniciou-se com a equipe do NTEAD/NIE composta por uma professora com formação em Matemática, duas bolsistas de

iniciação científica do curso de Licenciatura em Matemática, uma bolsista da área de Design Gráfico e dois bolsistas da área de Ciência da Computação.

Definiu-se que, diante do objetivo de se desenvolver um OA em HTML5 e fazer uma análise comparativa com o Flash, seria escolhido um OA já desenvolvido em Flash. Dessa forma, decidiu-se pelo OA Adição e Subtração de Matrizes.

Os recursos gráficos do objeto em HTML5 e os conteúdos elaborados foram os mesmos do objeto já desenvolvido em Flash, utilizando o critério de reusabilidade¹. Como já estava definido o tema “Matrizes”, o público-alvo, que são alunos do Ensino Médio e os conteúdos de Adição e Subtração de Matrizes, avançou-se para a etapa de planificação.

2.2 Planificação

A etapa de planificação inicia-se com a criação de um Mapa Conceitual (Figura 1) que detalha como o conteúdo será dividido em nós ou em unidades. Como os nós serão exibidos, quais as mídias serão utilizadas e como o usuário vai interagir com a aplicação. É a organização das informações e das mídias (FALKEMBACK, 2005).

60

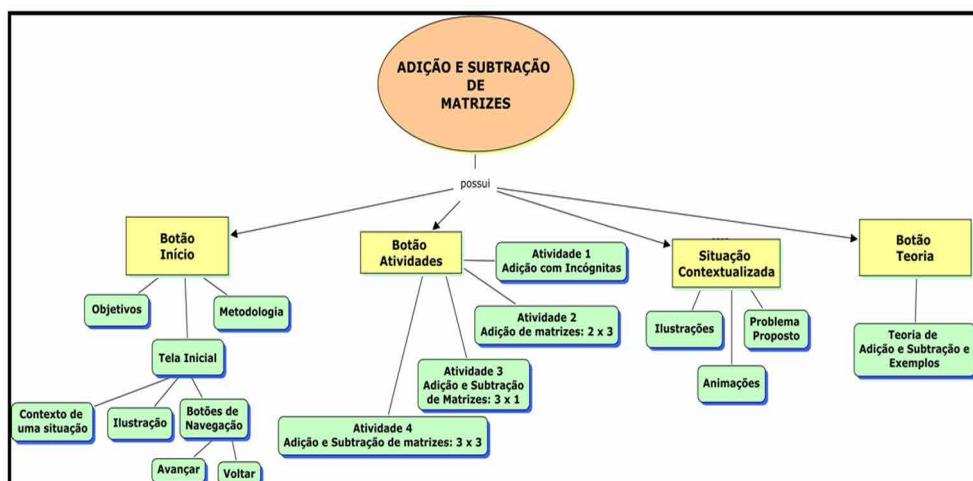


Figura 1 – Mapa conceitual

Fonte: Elaboração própria (2014).

Após a construção do Mapa Conceitual, foi elaborado um *storyboard*, de acordo com os estudos de (FALKEMBACK, 2005) que propõe o uso de

¹ Reusabilidade: diversas possibilidades de se adaptar um determinado de um mesmo recurso a diferentes unidades de aprendizagem (ÁVILA et al., 2013).

*storyboards*² para a representação das telas de um OA. Tomando por base um objeto já desenvolvido em Flash, o OA foi composto de uma tela inicial, telas da situação contextualizada, tela de teoria e tela de atividades. A resolução das telas manteve-se em 800 x 600, com 480.000 pixels.

Discutiram-se os mecanismos de navegação do objeto. Este foi composto de 17 telas. Todas têm a mesma estrutura (barra de navegação e zona de conteúdo), de maneira que quando se navega pelas telas, há a possibilidade de uma navegação não linear em algumas rotas, enquanto em outras definiu-se uma navegação linear.

2.3 Implementação

Nessa etapa, foram utilizadas ferramentas como bibliotecas e linguagens, além do HTML, todos os projetos de *Software Livre* ou código aberto, que permitiram a construção do OA em HTML5. Entre essas ferramentas, cabe destacar *jQuery*, que é uma biblioteca JavaScript *cross-browser*. Nela, há uma ampla API criada para facilitar e agilizar o desenvolvimento de códigos JavaScript. Alguns recursos de sua API foram utilizados para desenvolver animações no OA. Todos os recursos gráficos utilizados no desenvolvimento desse objeto foram exportados do projeto original em .fla para arquivos de imagem comuns de extensão .png.

Utilizou-se, como referência estrutural, um projeto desenvolvido pelo Google que consiste em uma apresentação de slides construído inteiramente em HTML5. Como os OA desenvolvidos pelo NTEAD possuem certa semelhança estrutural com o projeto do Google, ambos se baseiam em um grupo de telas pelo qual o usuário navega, pode-se tirar proveito da estrutura dos slides de modo que cada tela fosse composta por um elemento HTML do tipo *article* (Quadro 1). Esse elemento, implementado junto com o HTML5, faz parte dos novos recursos semânticos, nos quais novos elementos têm significado próximo de sua implementação, tal como os elementos *footer* (para rodapé) e *header* (para cabeçalho) ou *nav* (para navegação), por exemplo.

² *Storyboard* pode representar um esboço do modelo de uma aplicação e mostra como seus elementos estão organizados. Possibilita um planejamento do conteúdo de cada unidade e a disposição das mídias. Caracteriza-se por um “rascunho” da aplicação, permitindo aos responsáveis pelo projeto visualizarem sua estrutura de navegação, ou seja, discutirem a sequência do conteúdo e fazerem as revisões e o acompanhamento necessários para o bom andamento do trabalho (FALKEMBACK, 2005).

```
<section id="telas">  
  <article>  
  </ article>  
</section>
```

Quadro 1 - Estrutura básica em HTML do conjunto de telas

Fonte: Elaboração própria (2014).

Tendo a estrutura básica das telas pré-definida, pode-se utilizar o CSS (*Cascading Style Sheet*, ou Folha de Estilos em Cascata). É uma linguagem que complementa o HTML de forma a definir o aspecto visual dos elementos. Junto com o HTML5, vieram vários novos recursos também para o CSS, a fim de nominar uma série de características estéticas comuns a todas as telas (Quadro 2) como suas dimensões, seu posicionamento e margem interna, além de parte da interface padrão das telas, com sua borda e seu painel de rodapé característico, sendo estes últimos implementados por meio de uma imagem como plano de fundo.

```
section#telas > article{  
  display: none;  
  position: absolute;  
  width: 800px;  
  height: 600px;  
  background-color: #FFFFFF;  
  left: 50%;  
  top: 50%;  
  margin-left: -400px;  
  margin-top: -300px;  
  background-image: url(..../imagens/painel/quadro2.png);  
  padding: 15 30 15 30;  
}
```

62

Quadro 2 – Uso do CSS: definição de características estéticas

Fonte: Elaboração própria (2014).

No rodapé da tela, encontram-se elementos de navegação (avançar e voltar), de teoria, de atividades e um botão chamado *inicial*. Fazem parte da interface padrão e estão presentes em todas as telas. A inclusão desses elementos foi feita a partir de um código JavaScript com o auxílio da biblioteca jQuery (Quadro 3). Dessa forma, eles foram incluídos, automaticamente, em todas as telas sem a necessidade de adicionar manualmente cada um deles.

```
$( 'section#telas > article' ).append("<div class='painel'></div>");  
  
$( 'section#telas > article' ).append("<div id='btnContainer'><input  
type='button' class='btnNavVo' title='Voltar'><input type='button'  
class='btnNavAv' title='Avançar'></div>");  
  
$( 'section#telas > article' ).append("<input type='button'  
class='btnTeoria'>");
```

Quadro 3 – Código JavaScript exemplificando elementos de navegação do objeto

Fonte: Elaboração própria (2014).

Posteriormente esses elementos tiveram suas características estéticas manipuladas, utilizando-se do CSS. Nos elementos denominados por botões de avançar, voltar, teoria, atividades e inicial, foi atribuído o código JavaScript para que os esses botões pudessem realizar suas respectivas funções. O CSS foi utilizado a fim de definir características diferenciais de cada tela, imagens de planos de fundo diferentes.

A interface implementada na primeira tela descreve o objetivo do estudo. Ressalta-se que todas as telas tiveram seu conteúdo inteiramente baseado nas telas correspondentes da versão em Flash do mesmo OA. Sua estrutura HTML (Quadro 4) é descrita a seguir.

```
<article>
    
    <p class="telaltexto1">
        O nosso estudo tem por objetivo a aprendizagem de alguns conceitos de Matrizes.
    </p>
    <p class="telaltexto2">
        O que vamos estudar?
        <br/>- Adição de Matrizes.
        <br/>- Subtração de Matrizes.
    </p>
    <p class="telaltexto3">
        O que difere este estudo dos modelos tradicionais de ensino?
        <br/>- Oferecer a possibilidade da interação com o objeto de estudo.
    </p>
    <p class="telaltexto4">
        Vamos conhecer?
    </p>
    <p class="telaltexto5">
        Clique no botão "avançar" para irmos aos conceitos.
    </p>
    
</article>
```

Quadro 4 - Estrutura HTML da tela de apresentação do OA

Fonte: Elaboração própria (2014).

O código CSS dessa tela e de alguns de seus elementos encontram-se no Quadro 5.

```
section#telas > article:nth-child(1){  
    background-image: url(..../imagens/painel/quadro2.png),  
    url(..../imagens/telas/cen1.png);  
    background-position: 0px 0px, 15px 0px;  
    background-size: 100% 100%, 770px 560px;  
}  
img.quadro{  
    position: absolute;  
    width: 515px;  
    height: 327px;  
    top: 95px;  
    left: 66px;  
}  
img.objetos_na_mesa{  
    position: absolute;  
    top: 465px;  
    left: 100px;  
    width: 300px;  
}  
p.telalteexto1{  
    width: 443px;  
    position: absolute;  
    top: 124px;  
    left: 102px;  
    color: #FFFFFF;  
    font-size: 14px;  
    font-family: verdana;  
    line-height: 19px;  
    text-align: justify;  
}
```

64

Quadro 5 - Código CSS de alguns dos elementos da tela 1

Fonte: Elaboração própria (2014).

Na implementação da tela de apresentação em HTML5, como nas demais telas, teve-se o cuidado de manter a mesma interface gráfica para que se pudesse fazer uma comparação entre a versão em Flash e a versão em HTML5. Apresenta-se a tela inicial (Figura 2) com as duas versões implementadas.



Figura 2 – Tela de apresentação do objeto implementada em HTML5 e Flash

Fonte: Elaboração própria (2014)

Em uma das telas, após a contextualização de uma situação, é proposta uma animação, em que frutas de determinadas espécies de uma caixa, mais as mesmas espécies de frutas de outra caixa são transportadas para uma terceira caixa. O objetivo dessa dinâmica é apresentar o conceito de Adição de Matrizes, que mostra espécies semelhantes de frutas transportadas para determinada localização na caixa. Dessa forma, os alunos podem refletir sobre esse o conceito.

Para realizar essa animação, foi utilizada a função `animate()` da API jQuery. Na implementação, basta apenas ter descrito como parâmetro as propriedades CSS desejadas para o elemento, a duração e uma função, caso se queira, a ser executada ao fim da animação. No caso, trata-se de duas animações de dois grupos de elementos. A segunda animação sucedendo à primeira, e a primeira sucedendo à segunda de modo que se crie um loop. Foi utilizada, ainda, a função `.delay()` também da API jQuery para atrasar a execução das animações, evitando, assim, que elas acontecessem simultaneamente. O desejado seria que uma animação sucedesse à outro como pode ser visto no Quadro 6.

```
$('.f1').animate({
  'left': '+470'
},5000, function(){
  $('.f1').css({
    left:'118px'
  });

  $('.f2').animate({
    'left': '+470'
  },3000,moveFrutas).delay(5000);
}).delay(3000);
```

65

Quadro 6 - Programação para a animação da tela

Fonte: Elaboração própria (2014).

A tela implementada por essa programação é apresentada na Figura 3.



Figura 3 – Interface da tela que apresenta a animação descrita na implementação

Fonte: Elaboração própria (2014).

Na implementação da tela há três matrizes: as duas primeiras são matrizes vazias e a terceira matriz possui valores. O usuário terá que preencher esses campos. Sugere-se que o usuário faça uma soma de matrizes, preenchendo as matrizes vazias, elemento por elemento de modo que a soma destas resultem nos valores apresentados pela terceira matriz.

Ao clicar no botão *responder*, é executada uma função que guarda cada valor de cada elemento das matrizes anteriormente vazias em suas respectivas variáveis. Após essa ação, é feita uma comparação para verificar se a soma de cada dupla de elementos resulta no valor desejável. Caso todas as condições sejam satisfeitas, um determinado elemento exibirá uma mensagem, indicando o êxito do usuário e modificando uma variável de controle posteriormente utilizada para verificar se o usuário poderá avançar para a próxima tela ou não (Quadro 7).

```
$('input#responder').click(function () {
    var a1 = parseInt($('input#a1').attr('value'));
    var b1 = parseInt($('input#b1').attr('value'));
    var a2 = parseInt($('input#a2').attr('value'));
    var b2 = parseInt($('input#b2').attr('value'));
    var a3 = parseInt($('input#a3').attr('value'));
    var b3 = parseInt($('input#b3').attr('value'));
    var a4 = parseInt($('input#a4').attr('value'));
    var b4 = parseInt($('input#b4').attr('value'));
    if ((a1+b1 == 12)&&(a2+b2 == 14)&&(a3+b3 == 10)&&(a4+b4 == 9)){
        $('#resposta').text('Parabéns! Valores corretos.');
        tela9correcao = 1;
    }else{
        $('#resposta').text('INCORRETO! Tente outra vez.');
        tela9correcao = 0;
    }
});
```

66

Quadro 7 - Código do botão responder

Fonte: Elaboração própria (2014).

Apresenta-se a interface dessa atividade implementada (Figura 4).

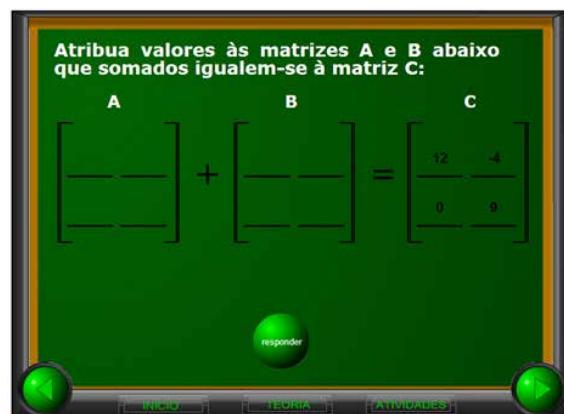


Figura 4 – Proposta de atividade de adição de Matrizes.

Fonte: Elaboração própria (2014).

Uma segunda situação contextualizada foi implementada. Na implementação da tela que descreve a situação, o usuário deverá fazer uma subtração de matrizes de modo a descobrir a diferença nas idades. De maneira semelhante, a implementação anterior (Quadro 7), ao se clicar no botão *responder*, o valor presente no campo de resposta deverá ser alocado em uma variável que, em seguida, é comparada ao valor desejado. Caso o valor satisfaça essa condição, um elemento exibirá uma mensagem indicando o êxito do usuário e, em seguida, uma variável de controle usada para permitir ou negar o avanço para a próxima tela será alterada. Do contrário, a mensagem indicará que o usuário errou a resposta e o campo de resposta ficará vazio; receberá então o foco para que o usuário tente novamente até que o mesmo chegue à resposta correta (Quadro 8).

```
$('9input#respondert15').click(function () {
    var resposta = parseInt($('input#quanto').attr('value'));
    if (resposta == 28) {
        $('span#respostat15').text('Parabéns! valores corretos.');
        telal5correcao = 1;
    }else{
        $('span#respostat15').text('INCORRETO! Tente outra vez.');
        $('input#quanto').attr('value','').focus();
        telal5correcao = 0;
    }
});
```

67

Quadro 8 – Implementação da funcionalidade do botão responder

Fonte: Elaboração própria (2014).

A interface da implementação acima é apresentada na Figura 5.



Figura 5 – Tela da segunda situação contextualizada: Subtração de Matrizes

Fonte: Elaboração própria (2014).

Como já descrito, o botão teoria é proposto para aprofundamento da situação proposta. Descreve-se uma das telas implementadas da Teoria (Quadro 9).

```
<article class="teoria">
  <h1>
    Teoria
  </h1>
  <h2>
    Adição
  </h2>
  <p>
    As matrizes envolvidas na adição devem ser da mesma ordem e o resultado
    dessa soma será também outra matriz com a mesma ordem.
  </p>
  <p>
    Assim podemos concluir que:
  </p>
  <p>
    Se somarmos a matriz A com a matriz B de mesma ordem,  $A + B = C$ , teremos como resultado outra matriz C de mesma ordem e para formar os elementos de C somaremos os elementos correspondentes de A e B, assim:

$$a_{11} + b_{11} = c_{11}$$

    ...
  </p>
</article>
```

Quadro 9 – código HTML da tela Teoria

Fonte: Elaboração própria (2014).

68

Essa implementação é apresentada na interface da Figura 6.

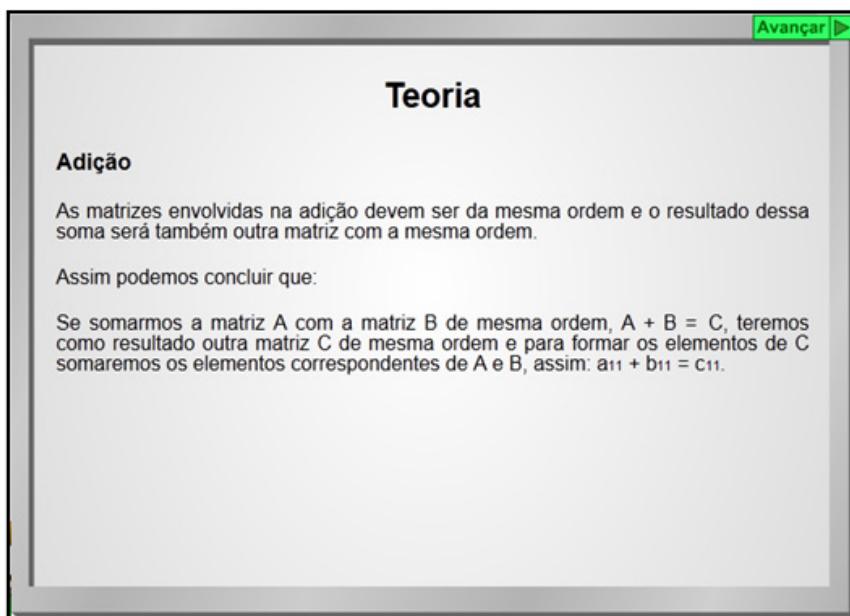


Figura 6 - Tela de Teoria do OA

Fonte: Elaboração Própria (2014).

Entre as atividades propostas, no botão *atividade*, exemplifica-se a implementação de uma das atividades. Assim, como as demais telas do OA, cada tela do botão *atividades* é representada por elementos *article* e dentro de cada um desses elementos se encontram os parágrafos e as matrizes que compõem cada tela.

Sendo essa tela composta por diversas matrizes, foi decidido que para representá-las seriam utilizados elementos do tipo *table* que, segundo suas especificações, são geralmente usados para implementar tabelas comuns. Esse elemento foi escolhido, porque cumpre bem o papel de representar uma matriz visualmente. Também se comporta muito bem, quando lido por um leitor de tela, de modo a permitir ao usuário com deficiência explorar tabelas, elemento por elemento ou linha por linha, dando ao mesmo essa mesma possibilidade com as matrizes, quando se utiliza o *table* para representá-las. Apresenta-se o código de uma das matrizes implementadas na tela (Quadro 10).

```
<article>
    <h1>Atividades</h1>
    <p>
        1) Determine a matriz C, resultado da soma das matrizes A e B.
    </p>
    <p>
        A =<span class="invisivel">igual a</span>
    </p>
    <div class="a1">
        <table>
            <tr>
                <td>
                    -3
                </td>
                <td>
                    5
                </td>
                <td>
                    2
                </td>
            </tr>
            <tr>
                <td>
                    6
                </td>
                <td>
                    4
                </td>
                <td>
                    8
                </td>
            </tr>
        </table>
    </div>
    <p>
```

Quadro 10 - Parte do código da primeira tela Atividades

Fonte: Elaboração própria (2014).

Nesta atividade, a interface é representada pela figura 7.

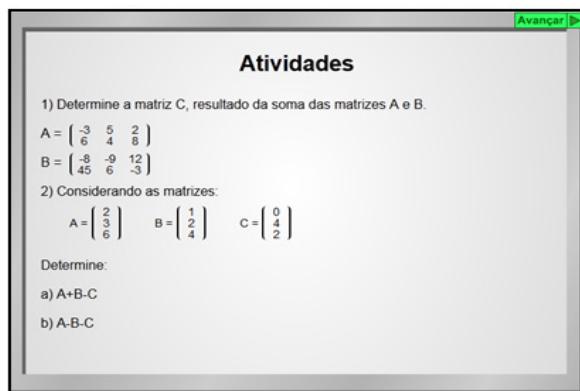


Figura 7- Primeira tela da seção Atividades

Fonte: Elaboração própria (2014).

Finaliza-se, assim, a descrição de implementação de algumas telas do OA “Adição e Subtração de Matrizes”, sendo que todas as demais telas tiveram o mesmo procedimento.

70

2.4 Validação

Ao término da implementação pelo bolsista da Área da Ciência da Computação, o OA foi apresentado à equipe. Discutiu-se, com os membros da equipe, as dificuldades encontradas na implementação do objeto. Em todos os testes de validação feitos pela professora pesquisadora e pelas duas bolsistas do curso de Licenciatura em Matemática, foram feitos relatórios para que se pudessem registrar as recomendações e reformulações, de forma a rever o processo de implementação e corrigir as distorções verificadas.

3. AMBIENTES DE DESENVOLVIMENTO

No desenvolvimento do OA em Flash, foi utilizado um *software* próprio da Adobe para este fim, com uma interface rica, permitindo a importação direta de recursos gráficos de outros *softwares* da Adobe, incluído o Adobe Illustrator, utilizado pela Designer da equipe para a criação dos recursos gráficos. No desenvolvimento do OA em HTML5, foram utilizados editores de textos comuns, tendo como ferramentas a própria linguagem para a importação dos recursos gráficos. Foi necessário exportar esses recursos

em formato bitmap. Todo o desenvolvimento em HTML5 foi realizado em contato direto com os códigos HTML, CSS e JavaScript.

O Macromedia Flash Professional 8 (que nesta versão ainda pertencia à Macromedia, sendo posteriormente adquirido pela Adobe Systems) apresenta, em sua interface, diversas áreas (Figura 8). O palco (também conhecido como *stage*) é inicialmente uma grande área branca. Nele, ficam todos os elementos que serão mostrados, quando a aplicação for reproduzida.

A barra de ferramentas, apesar de poder ser arrastada para qualquer lugar da tela, inicialmente, localiza-se no canto esquerdo. Nessa barra, estão várias ferramentas úteis à manipulação gráfica na aplicação a ser desenvolvida. Na parte superior da tela, está a linha do tempo (ou *timeline*), onde ficam os frames que são unidades que definem a temporalidade ou o encadeamento de eventos da aplicação em uma aplicação já pronta.

Ao se navegar pelos frames, é possível ver que o palco muda, apresentando o que será mostrado no momento em que aquele frame será executado. Na biblioteca (ou *library*) ficam guardados os recursos utilizados na aplicação como imagens, botões ou *movieclips* (objetos multimídia). Para utilizá-los em um determinado momento, basta arrastá-los da biblioteca para o palco. Há, também, uma área de propriedades onde é possível manipular as definições de um recurso, bem como a formatação de textos, entre outras propriedades.

Existe, ainda, uma área bastante importante, porém inicialmente oculta, que é a área chamada *Actions*, onde é possível inserir código *ActionScript*, para controlar os recursos ou frames, receber e tratar eventos dos usuários (como o clique em um botão, por exemplo).

Apresenta-se a interface (Figura 8) do programa Macromedia Flash Professional 8.

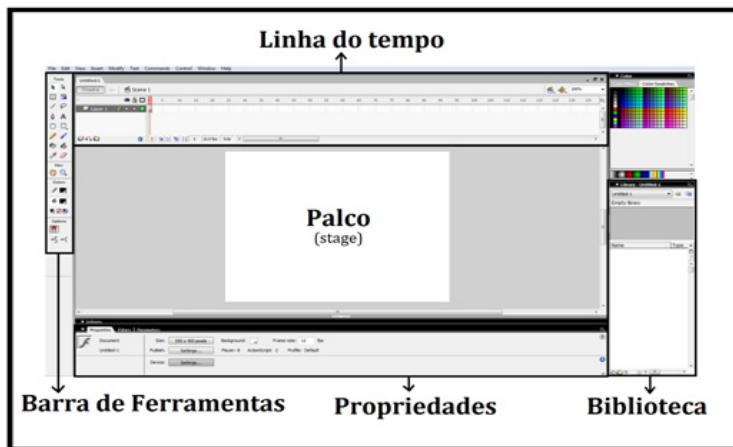


Figura 8 - Interface do programa Macromedia Flash Professional 8

Fonte: Elaboração própria (2014).

No ambiente de desenvolvimento do OA Adição e Subtração de Matrizes em HTML5, foi utilizado o editor de textos Brackets. A interface desse editor de textos voltado para o desenvolvimento do OA, é bastante simples, semelhante a editores de texto comuns, como o Microsoft Word, o Microsoft WordPad ou o Bloco de Notas do Windows, porém sem qualquer recurso de formatação de textos, recuo de página, uma vez que nenhuma linguagem de programação leva em conta nenhuma dessas características.

O editor de texto utilizado possui adaptações relevantes para quem programa, por exemplo, contagem de linhas, atalhos no teclado ou uma barra lateral, que permite a navegação rápida por arquivos, já que é bastante frequente, durante o desenvolvimento do OA, ter que modificar diversos arquivos.

Foram usados os principais *browsers* do mercado (Internet Explorer, Mozilla Firefox e o Google Chrome, sendo este último mais compatível por utilizar o motor de renderização Webkit, que é mais alinhado às definições da W3C), com o objetivo de avaliar como o OA iria se comportar em cada um desses navegadores e, assim, garantir uma maior compatibilidade.

Utilizaram-se, ainda, ferramentas para desenvolvedor providas pelos próprios browsers, com o fim de validar código JavaScript e, no Mozilla Firefox, visualizar, em tempo real, mudanças no código CSS. Apresenta-se o editor de texto Brackets da Adobe (Figura 9) utilizado durante o desenvolvimento em HTML5.

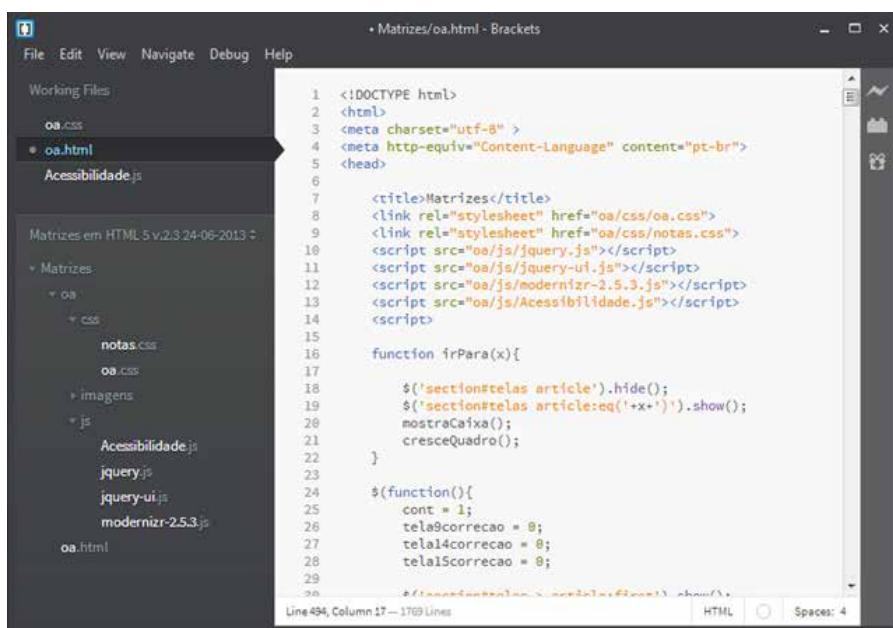


Figura 9 - O editor de texto Brackets da Adobe: softwares utilizado durante o desenvolvimento em HTML5

Fonte: Elaboração própria (2014).

É possível perceber que os ambientes de desenvolvimento do OA em Flash e de sua versão em HTML5 são bastante diferentes.

Enquanto o Flash provê uma interface rica na qual cada elemento pode ser inserido em um palco, utilizando comandos já conhecidos ao usuário como o arrastar e soltar (*drag and drop*), o desenvolvimento em HTML5 ficou limitado à descrição direta de cada cenário através de códigos HTML, CSS e JavaScript, utilizando-se diretamente de browsers, para verificação de cada nova implementação.

A seguir, descrevem-se, na próxima seção, as ferramentas que possibilitam tornar acessível um objeto de aprendizagem em Flash e HTML5.

4. IMPLEMENTAÇÃO DOS REQUISITOS DE ACESSIBILIDADE

É possível tornar acessível um OA tanto no Flash quanto no HTML5, porém usando métodos diferentes. Os recursos providos nas duas linguagens quanto à acessibilidade serão pouco efetivos, se o objeto a ser desenvolvido não for pensado desde seu planejamento quanto a sua usabilidade, de modo a possuir uma interface fácil de ser manipulada.

O processo de tornar acessível o objeto de aprendizagem Adição e Subtração de Matrizes iniciou-se com a escolha dos elementos que deveriam ter requisitos de acessibilidade em cada tela do objeto. Para Lopes et al., (2012), tal escolha foi decorrente de uma análise de que nem todas as composições visuais que foram implementadas no objeto de aprendizagem devem ter requisitos de acessibilidade, de forma a evitar sobrecarregar o usuário com informações que não sejam relevantes.

No processo da extensão FLA do *software* Macromedia Flash 8, este possui uma ferramenta denominada Accessibility, que possibilita tornarem acessíveis elementos existentes nas telas de um objeto de aprendizagem. Para deixar esses elementos do objeto de aprendizagem com requisitos de acessibilidade, usou-se o campo *Name* da ferramenta Accessibility e marcou-se a opção *Make object accessible*.

A leitura de cada elemento é feita por um leitor de tela. No OA, utilizou-se o leitor de telas NVDA, que normalmente os alunos com deficiência visual usam na instituição, por ser um *software* de domínio público. Para ordenar uma leitura do leitor de telas, foi inserido um valor numérico no campo *Tab index*. O usuário com deficiência visual, ao abrir o objeto, primeiramente usa a tecla TAB e o leitor de telas descreve o que a tela apresenta. Essa descrição é inserida no campo *Name* (Figura 10).

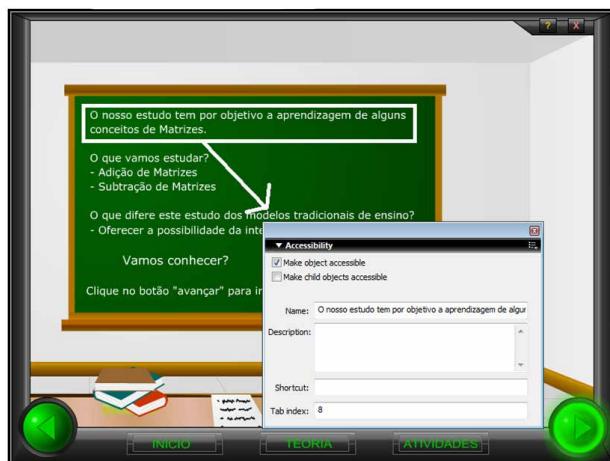


Figura 10 – Implementação de requisito de acessibilidade em uma tela em Flash

Fonte: Elaboração própria (2014).

Para o aluno com deficiência visual, a exploração deve seguir uma sequência não necessariamente ordenada, mas de forma que o aluno seja conduzido aos elementos que têm requisitos de acessibilidade para serem explorados devido a sua importância para a aprendizagem esperada.

Todos esses elementos que compõem o OA foram escritos através de um texto estático, texto esse que apresenta informações, que são digitadas durante o desenvolvimento e que o usuário final não pode alterar.

O campo *Tab index* possibilita uma sequência ordenada de leitura dos elementos que compõem cada tela, possibilitando ao leitor de telas uma navegação por todos os elementos da tela do OA que receberam requisitos de acessibilidade.

No caso do OA desenvolvido em HTML5, existe certa facilidade quanto a tornar acessíveis páginas HTML. Isso é devido ao fato de que os leitores de tela já estão preparados para ler páginas HTML comuns. Basta ao desenvolvedor cumprir corretamente os padrões da Web e as especificações adicionais sugeridas pela W3C quanto à acessibilidade de conteúdos Web, como a API WAI-ARIA. Esta permite ao desenvolvedor lidar diretamente com o leitor de tela, indicando, por exemplo, ignorar certo elemento ou tratar esse elemento como se fosse outro, de modo a facilitar bastante a definição do fluxo que o leitor de tela irá seguir.

Existe, ainda, o WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*) que é um conjunto de especificações sobre como construir páginas da Web (ou objetos de aprendizagem) de modo a terem seu conteúdo acessível.

A nova versão do HTML (HTML5) traz ainda mais especificações que auxiliam o desenvolvedor nesse quesito, uma vez que possui uma nova gama

de elementos com semântica mais clara, de modo a possibilitar ao leitor de tela interpretar melhor o conteúdo a ser lido.

Na aplicação dessas especificações, quanto à acessibilidade na primeira tela foi utilizado um atributo do elemento *img*, que permite inserir um texto alternativo à imagem, para que este seja lido, por exemplo, por leitores de tela, quando encontrar essa imagem.

Utilizou-se esse atributo a fim de descrever, para o usuário, o cenário no qual ele se encontra, de modo que ainda que ele não enxergue, consiga perceber melhor o contexto do OA.

Toda estrutura HTML é lida pelo leitor de tela que o interpreta em forma de áudio para o usuário com deficiência visual. Por isso é importante que, nessa estrutura, a ordem em que a informação está disposta seja a ordem em que a mesma deva ser lida.

É possível realocar a ordem dos elementos por meio do CSS de modo que a ordem em que cada elemento está disposto no HTML, pouco importe ao usuário. Porém, essa prática não é recomendada, uma vez que o leitor de tela irá ignorar a disposição segundo o CSS e pode apresentar a informação numa ordem que confunda o usuário.

Assim, em todo o OA, a disposição do conteúdo, em sua estrutura HTML, foi pensada de modo a facilitar o entendimento do usuário que se utiliza de leitores de tela (Quadro 11).

```
<article>
    
        <p class="telaltexto1">
            O nosso estudo tem por objetivo a aprendizagem de alguns
conceitos de Matrizes.
        </p>
        <p class="telaltexto2">
            O que vamos estudar?
            <br/>- Adição de Matrizes.
            <br/>- Subtração de Matrizes.
        </p>
        <p class="telaltexto3">
            O que difere este estudo dos modelos tradicionais de ensino?
            <br/>- Oferecer a possibilidade da interação com o objeto de estudo.
        </p>
        <p class="telaltexto4">
            Vamos conhecer?
        </p>
        <p class="telaltexto5">
            Clique no botão "avançar".
        </p>
        
</article>
```

Quadro 11 – Código HTML acessibilizado da primeira tela

Fonte: Elaboração própria (2014).

Descrevem-se, a seguir, as comparações julgadas pertinentes na análise entre os OA implementados.

5. COMPARAÇÕES ENTRE OS OA EM HTML5 E FLASH

A partir da experiência adquirida por meio da implementação do OA em Flash e de estudos sobre HTML5, na qual se desenvolveu um objeto de aprendizagem, o grupo de pesquisa envolvido no desenvolvimento dos dois objetos Flash e HTML5, percebeu algumas características bastante distintas entre as duas implementações.

Discussões foram levantadas a respeito dessas características e verificou-se a necessidade de apresentar vantagens e desvantagens percebidas na implementação dos dois objetos. Apresenta-se (Quadro 12) um resumo dos principais aspectos analisados durante a comparação do objeto construído em Flash e reconstruído em HTML5, destacando-se características de cada objeto e vantagens e desvantagens observadas.

HTML5	Flash
Conjunto de Arquivos (desvantagem)	Arquivo único
Software Livre	Software Proprietário (desvantagem)
Suportado nas versões mais recentes dos <i>Browsers</i> mais utilizados (desvantagem)	Adobe Flash é suportado em mais de 98% dos computadores
Foi utilizado um bloco de notas específico para o desenvolvimento web e auxiliado por ferramentas para desenvolvedores nos próprios <i>Browsers</i> (desvantagem)	Foi utilizado um <i>software</i> multimídia para a criação dinâmica de aplicações interativas
Foram encontradas dificuldades na implementação de animações mais complexas (desvantagem)	Animações complexas foram mais facilmente implementadas
Código mais longo (desvantagem)	Código mais curto
Implementação do HTML5 não quebra com os padrões Web	Implementação do Flash quebra com os padrões Web (desvantagem)
Rica documentação	Rica documentação
Baixo custo no desenvolvimento	Desenvolvimento com elevado custo, sendo necessário pagar pelas ferramentas da Adobe, como Flash Professional (desvantagem)
Foram utilizados gráficos bitmap, o que resultou em uma aplicação mais pesada (desvantagem)	Foram utilizados gráficos vetoriais, o que resultou em uma aplicação mais leve
Apresenta facilidade na implementação de acessibilidade	Apresenta acessibilidade limitada (desvantagem)
Grande compatibilidade com dispositivos móveis modernos	Compatibilidade com dispositivos móveis limitadas (desvantagem)

Quadro 12 - Comparativo de OA em HTML5 e FLASH

Fonte: Elaboração própria (2014).

Enquanto no Flash conta-se com apenas um arquivo executável tendo todos os recursos utilizados compactados dentro do próprio executável, o que se entendeu ser mais vantajoso, no HTML5 todos os recursos referenciados são externos, necessitando, assim, no mínimo, de uma pasta na qual esses recursos sejam alocados. Isso apresentou uma desvantagem, uma vez que o ideal para um objeto de aprendizagem é que o mesmo seja constituído de um bloco único para que possa ser facilmente veiculado à Internet sem a dependência de programas externos que o descompacte.

Para o desenvolvimento de aplicações em Flash, é necessário um *software* proprietário, geralmente com um custo alto, além de necessitar de *plugins* também proprietários, para que a aplicação em Flash seja

executada. O HTML5, por ser um padrão aberto, não necessita de *softwares* proprietários para seu desenvolvimento, o que resulta em vantagem em relação ao Flash. O Plugin Flash Player, atualmente, encontra-se instalado em mais de 98% dos computadores ligados à Internet (MILWARD BROWN, 2011), sendo considerada uma plataforma acessível. O HTML5 tem, pelo menos, grande parte de suas atuais especificações implementadas apenas nas versões mais recentes de todos os *browsers* mais utilizados (Internet Explorer, Safari, Google Chrome, Firefox e Opera).

A utilização do Flash 8 possui vantagens de promover um desenvolvimento mais dinâmico, voltado para a construção da interface gráfica do aplicativo, sendo fácil manipular elementos em uma interface amigável e completa.

Quanto ao HTML5, ainda existem poucos *softwares* especializados em trabalhar com a interface gráfica de aplicações. Porém, a cada dia vêm surgindo novos *softwares* e aplicações pagos e gratuitos que visam tornar o desenvolvimento gráfico de aplicações em HTML5 muito mais dinâmico, assim como no Flash.

Um exemplo de *software* pago que serve de ferramenta no desenvolvimento dessas interfaces gráficas é o conjunto Adobe Edge, que são *softwares* que auxiliam o desenvolvedor Web e que vão desde a criação de animações até a manipulação de fontes a serem utilizadas na aplicação.

No Flash 8, foi possível desenvolver animações em uma interface gráfica com ferramentas específicas para esse fim, de modo que o desenvolvedor precisou se preocupar pouco com o código ActionScript relacionado, enquanto nas ferramentas utilizadas para o desenvolvimento em HTML5, o desenvolvedor precisou descrever toda a animação. Utilizou-se JavaScript sobre o elemento *canvas* ou a função *.animate()* da biblioteca JavaScript jQuery diretamente sobre elementos da página. Desse modo, inicialmente, foram encontradas dificuldades em lidar com essas animações no HTML5. Porém, com pesquisas às documentações disponibilizadas pela comunidade de desenvolvimento, pôde-se, então, concluir as animações.

É da natureza do Macromedia Flash que o código seja dedicado às funcionalidades dos elementos da aplicação, deixando que o estilo e *layout* sejam definidos em uma interface gráfica rica. Desse modo, é natural que o HTML5 possua mais *scripts* uma vez que toda a interface é definida a partir dos códigos HTML, JavaScript/jQuery e CSS.

Ambos possuem rica documentação acessível por toda a Internet. O Flash, devido a sua larga utilização e tempo no mercado. Já o HTML5, por conta do engajamento da comunidade por todo o mundo e larga utilização, seja em diversos tipos de aplicações como para diversos meios, além de sua natureza como código livre, o que atrai desenvolvedores e, consequentemente, documentação. As bibliotecas do HTML5, tornam fácil a inclusão de novos recursos, aumentando as possibilidades nas ações de

desenvolvimento, principalmente para aqueles que ainda não possuem um extenso conhecimento da linguagem JavaScript.

O Macromedia Flash possui integração com um ambiente de criação gráfica vetorial e aceita muito bem vetores como recurso gráfico. Aproveitando-se disso, praticamente todos os gráficos do objeto foram construídos em forma de vetores, o que garantiu que a aplicação em Flash pesasse apenas 86KB, enquanto a mesma aplicação em HTML5, 863KB, uma vez que todos seus recursos gráficos eram do tipo bitmap.

O HTML5 possui total compatibilidade com os padrões de acessibilidade desenvolvidos pela W3C, de modo a, inclusive, incorporar padrões semânticos, o que já é um recurso pró-acessibilidade. Além disso, os próprios padrões Web preveem um desenvolvimento que leve em conta as mais variadas limitações possíveis aos seus usuários. O Flash também possui recursos pró-acessibilidade. Consiste em atribuir um texto alternativo aos elementos de cada tela, porém não inclui recursos semânticos ou outros padrões de acessibilidade.

Após a recusa da Apple em incluir suporte ao Flash em seus dispositivos que viriam guiar a indústria dos dispositivos móveis, o Flash teve sua participação cada vez menor nesse segmento, sendo substituído, no desenvolvimento de conteúdos multimídia para a Web, pelo HTML5. Apesar disso, ainda era possível utilizar versões antigas do Flash em dispositivos Android que ocupavam, e ocupam até hoje, um grande lugar no mercado. No final de 2011, a Adobe anunciou a descontinuação do suporte e desenvolvimento do Flash para dispositivos móveis deixando que o HTML5 tomasse seu lugar. Portanto, ao desenvolver em HTML5, o OA pode ser disponibilizando para uma gama bem maior de usuários já que agora, para o usuário, há a possibilidade de acessar o OA de um dispositivo móvel com menos limitações do que no Flash.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como descrito anteriormente, o NTEAD/NIE tem, entre seus projetos de pesquisa, o desenvolvimento de objetos de aprendizagem em Flash. Esses OA sempre foram programados em Flash, pois se buscava uma ferramenta que pudesse oferecer conteúdos com animações e interações com o usuário. Depois de desenvolvidos, foram disponibilizados em um repositório do Ambiente Moodle e instalados em um laboratório da Instituição, sendo acessado por meio de um *plugin*.

Embora não fossem programados para serem usados via dispositivos móveis, podiam ser acessados por aqueles, cujo sistema operacional fosse inferior ao Android 4.0.

Um dos fatores que levou a equipe a rever o desenvolvimento

em Flash foi a opção da Adobe em descontinuar seu suporte ao mesmo em dispositivos móveis. Nesse sentido, a equipe, diante do avanço das tecnologias, percebeu a inviabilidade do acesso pelos alunos a essa tecnologia por meio de dispositivos móveis, na sala de aula.

Assim, a decisão de conceber um OA em HTML5 decorreu dos avanços tanto das tecnologias como dessa linguagem de programação.

No quadro comparativo, buscou-se analisar as vantagens e desvantagens entre um e outro, para que, no futuro, tome-se uma decisão quanto à viabilidade do desenvolvimento dos objetos em uma das duas linguagens. O tempo de implementação não foi levado em conta, tendo em vista ter sido o primeiro OA desenvolvido em HTML5, e, ao longo do processo, foi preciso aprofundar estudos para avançar na implementação. Esse objeto será oferecido a professores do Ensino Médio para ser aplicado na sala de aula.

Um novo objeto está em fase de finalização para o estudo de determinantes, tendo demandado um tempo menor desde a concepção até a validação, diante dos avanços no estudo em HTML5. Continua-se a avaliar as vantagens e desvantagens do desenvolvimento de OA em HTML5 e aprofundar estudos quanto a sua viabilidade.

REFERÊNCIAS

ABDULMOTALEB, E. S. et al. Metadata for smart multimedia learning objects. In: AUSTRALASIAN COMPUTING EDUCATION CONFERENCE, 40., 2000, Melbore. *Proceedings...* Melbore, Australia, ACM-CSE, dec. 2000.

ÁVILA, B. G. et al. Construção de Objetos de Aprendizagem a partir de um software de Geometria Dinâmica: uma proposta de capacitação para professores de Matemática. *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, Porto Alegre, v.11, n.3, p. 1-10, dez. 2013.

FALKEMBACH, G. A. M. Concepção e Desenvolvimento de Material Educativo Digital. *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, Porto Alegre, v.3, n.1, p. 1-10, maio. 2005.

GARCIA, M. F.; RABELO, D. F.; SILVA, D.; AMARAL, S.F. Novas competências docentes frente às tecnologias digitais interativas. *Revista Teoria e Prática da Educação*, v. 14, n. 1, p. 79-87, jan-abr., 2011.

GIBBONS, A. S.; NELSON, J.; RICHARDS, R. The nature and origin of instructional objcts. In: WILEY, D. A. (Ed.). *The instructional use of learning objects*. Bloomington. [S.I.: S.n.], 2000.

GLUZ, J. C.; XAVIER, A. AutoEduMat: uma Ferramenta de Apoio a Catalogação de Objetos de Aprendizagem de Matemática do Ensino Médio Compatíveis com o Padrão OBAA. In: LATIN AMERICAN CONFERENCE ON LEARNING OBJECTS, 6., 2011, Montevideo, Uruguai. *Anais...* Montevideo: Universidad de la República, 2011.

GOMES, S. R.; GADELHA, B. F.; MENDONÇA, A. P.; AMORETTI, M. S. M. Objetos de aprendizagem funcionais e as limitações dos metadados atuais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 16., 2003, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2005.

LOPES, A. M. A. *Estratégias de mediação para o ensino de matemática com objetos de aprendizagem acessíveis: um estudo de caso com alunos com deficiência visual*. 2012. 290 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LOPES, A. M. A.; PASSERINO, L. M.; VICCARI, R. M. Requisitos de acessibilidade: Objeto de aprendizagem para a Educação Especial no estudo de Matemática. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 17., 2012, Santiago de Chile. *Anais...* Chile: Universidad de Chile, 2012.

MACEDO, L. N.; LAUTERT, S. L.; CASTRO-FILHO, J. A. Análise do uso de um OA digital no ensino de álgebra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 19., 2008, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008.

PILGRIM, M. HTML5: Up and running. *O'Reilly Media*: Sebastopol, 2010.

POLSANI, P. Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of digital information*, Canadá, v.3, n.4. p.1-10, fev. 2003.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M-C J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 1-10, fev., 2003.

W3C (World Wide Web Consortium). Sobre o consórcio W3C, 2008. Disponível em: <<http://www.w3c.br/sobre/>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In: WILEY, D. A. (Org.). *The instructional use of Learning objects: online version*. [S.I.: S.n.], 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 18 jan. 2014.

Visualização computacional no apoio do estado afetivo de interesse na EaD: das ferramentas de captura ao modelo de inferência

Maurício José Viana Amorim

Instituto Federal Fluminense [amorim@iff.edu.br]

Doutor em Informática na Educação/UFRGS

Maqda Bercht

UFRGS/PGIE [bercht@inf.furb.br]

Doutora em Computação /UFRGS

Patricia Alejandra Behar

UFRGS/PGIE [patricia.behar@pq.cnpq.br]

Doutora em Computação/ UFRGS

Na Educação a Distância (EaD), o professor e o aluno elegem um conjunto de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para que ocorra a comunicação entre ambos e a interação para a aprendizagem. Essa comunicação e essa interação podem ocorrer por meio dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), dos Objetos de Aprendizagem (OA), de *e-mails*, de vídeo ou áudio conferência ou outras TIC. Todos os meios de comunicação e de interação entre os professores e os alunos são entendidos no contexto deste trabalho como ambiente de EaD¹. Nesses ambientes, a comunicação muitas vezes ocorre de maneira assíncrona, quando os interagentes (professores/alunos) não estão conectados ao mesmo tempo, fato que dificulta a percepção das dificuldades e o interesse do aluno por parte do professor (AMORIM, 2012).

Na aula presencial, o professor pode perceber o interesse do aluno e, a partir daí, é capaz de modificar a estratégia pedagógica de forma a buscar aumentar ou manter esse nível de interesse. Boa parte dessa percepção ocorre por meio da visão. Sendo a visão um dos mais importantes sentidos do ser humano no apoio à detecção do interesse², a falta desse meio de sensoriamento causa carências quando se passa para o paradigma da

¹ Ambiente de EaD abrange os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), Objetos de Aprendizagem (OA) e as outras Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) utilizadas durante a interação entre os alunos e os professores.

² Esta premissa é baseada nos trabalhos de Pease e Pease (2005), Weil e Tompakow (2011), Cohen (2011) e Argyle (1988). Em seus trabalhos, esses pesquisadores apresentam diversas características visuais que indicam a ocorrência do estado afetivo de interesse.

EaD, no qual a Visualização Computacional (VC) é pouco utilizada (PRATA; NASCIMENTO, 2007).

Nesse sentido, este trabalho busca indicadores que possam ser utilizados para a inferência do interesse a partir da análise de imagens de alunos em interação com ambientes de EaD e, assim, propõe um Modelo para Inferência do Interesse.

I. FERRAMENTAS PARA OBTENÇÃO DE IMAGENS EM AMBIENTES DE EaD

No decorrer desta pesquisa, foram construídos três artefatos com objetivo de obtenção das imagens em ambientes de EaD. A construção deles possibilita dotar ambientes de EaD da capacidade de VC. Os mesmos são denominados WICFramework, QuizWebcamXML e SQLOA e serão apresentados ao longo do texto.

O WICFramework, detalhado em Amorim (2010), é um *framework* para captura das imagens da câmera do usuário e direcionamento desta para um servidor devidamente preparado para recebê-las. Toda a parte de transmissão das imagens capturadas e recepção destas por parte do servidor é função deste *framework*. Compõe-se basicamente por dois módulos: o módulo cliente, que liga a câmera, obtém as imagens e as transmite; e o módulo servidor, que recebe as imagens, ordena, nomeia e grava (Figura 1).

82

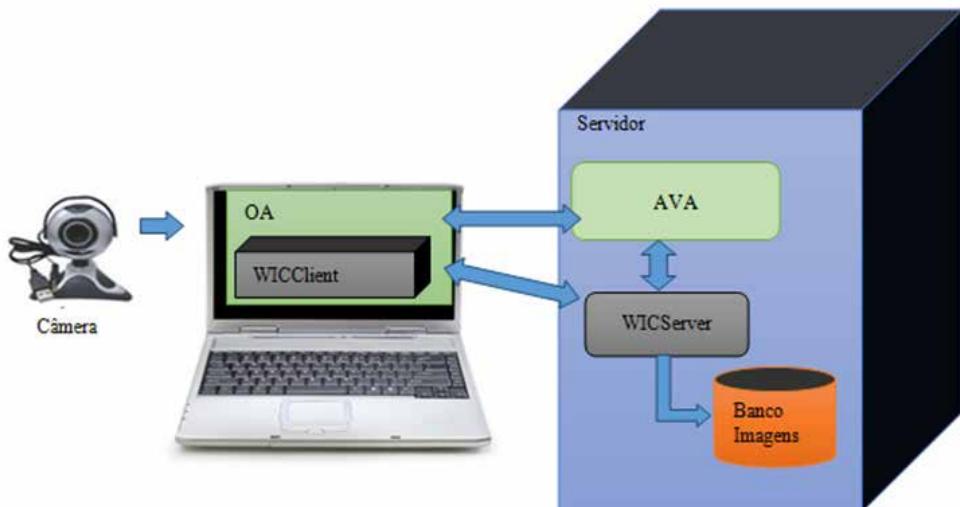
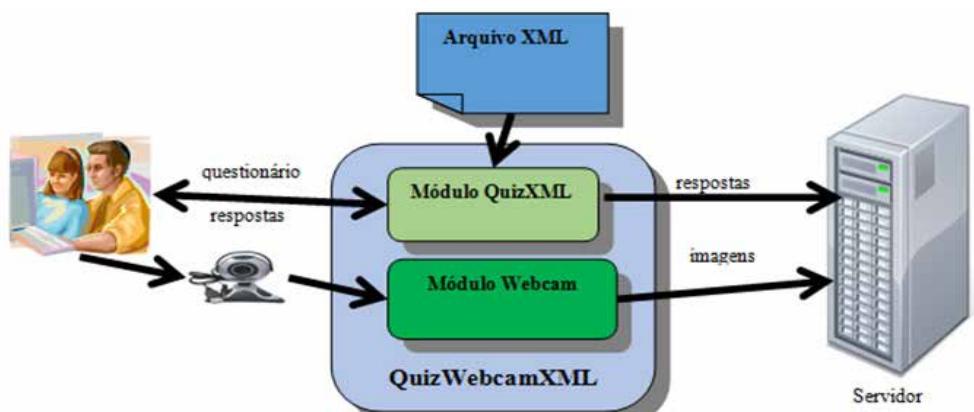


Figura 1 - Detalhamento do QuizWebcamXML

Fonte: Elaboração própria (2014).

O segundo artefato construído é denominado QuizWebcamXML (AMORIM et al., 2011a). O artefato é uma ferramenta abrangendo três módulos: o módulo XML é responsável por abrir o arquivo “xml” de mesmo nome da ferramenta e extrair dele as questões, as figuras, as possíveis respostas e o gabarito; o módulo Quiz, cuja função é montar o questionário com os parâmetros fornecidos pelo módulo XML; e, por último, o módulo Webcam tem a finalidade de ligar a câmera do usuário, registrar as imagens e enviá-las para o servidor. A Figura 2 detalha sua estrutura e a Figura 3 exemplifica o seu funcionamento.



83

Figura 2 – Detalhamento do QuizWebcamXML

Fonte: Elaboração própria (2014).

Restrições de Integridade - Questionário

2-Qual a restrição que impõe que um campo deve ter o seu preenchimento obrigatório?

- Check
- Primary Key
- Foreign Key
- Not Null

Figura 3 - Tela do QuizWebcamXML em funcionamento

Fonte: Elaboração própria (2014).

O último artefato construído foi o objeto de aprendizagem denominado de SQLOA (AMORIM et al., 2011b). O SQLOA tem por objetivo apoiar o ensino da disciplina de banco de dados. Por meio dele, o aluno identifica-se, utiliza o material didático e tem acesso aos módulos que possuem VC, no caso a videoaula e o questionário. O SQLOA mantém, em sua base, os dados do aluno, as respostas dos questionários executados e o histórico de utilização dos módulos.

2. COLETA DE DADOS E ANÁLISE DAS IMAGENS

Inicialmente realizou-se uma revisão literária buscando os principais Movimentos Corporais, Gestuais e Posturais (MCGP) indicativos do estado afetivo de interesse. A partir dessa coleta, procurou-se observar, nas imagens, quais MCGP podem ser obtidos através da VC. Para isso, agruparam-se os alunos por desempenho. A ideia central inicial foi buscar nos vídeos da interação de cada grupo, padrões de comportamento comuns que indicassem o grau de interesse. Esta associação de desempenho x interesse tem, por base, a premissa de que alunos mais interessados obtêm desempenho superior aos alunos menos interessados (CHARDOSIM, 2011).

Para o nivelamento dos alunos, foi aplicado um pré-teste com a finalidade de eliminar os alunos com desempenhos não condizentes com o padrão de comportamento esperado pela premissa. Baseado na teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL et al., 1978), isso poderia ocorrer em duas situações:

84

- supondo que o aluno já conhecesse o conteúdo, ele poderia demonstrar desinteresse (tédio) perante as câmeras e mesmo assim obter um bom desempenho;
- o inverso também poderia acontecer. Supondo que o aluno não conhecesse o conteúdo, ele poderia demonstrar interesse, e não ter subsunções necessários a uma Aprendizagem Significativa. Dessa forma, apesar dos indicativos comportamentais do estado afetivo de interesse se apresentarem, seu desempenho será ruim.

O pré-teste foi aplicado objetivando diagnosticar e separar os indivíduos que já conhecem o conteúdo e os que não tinham subsunções necessários à Aprendizagem Significativa dos conteúdos ensinados dos demais alunos. Segundo Ausubel (1978), a aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz por meio de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva pré-existente do indivíduo.

Ao todo, 31 alunos foram submetidos aos experimentos. Os alunos faziam parte de três turmas da disciplina de Administração para Banco de Dados do Curso de Sistema de Informação do Instituto Federal Fluminense, RJ. Destes, 30 foram classificados como aptos. Ressalta-se o fato de todos os alunos participarem de todas as fases, mas apenas os escolhidos na fase de pré-teste tiveram seus Movimentos Corporais, Gestuais e Posturais (MCGP) analisados (AMORIM et al., 2011a).

A seguir, os alunos foram convidados a assistir à videoaula sobre Restrições de Integridade e também a responder ao Quiz criado contendo questões sobre o assunto. Tanto a videoaula quanto o Quiz fazem parte do SQLOA e através da capacidade de VC do OA, as imagens dessa interação (vídeos) foram capturadas. Além dos vídeos, o desempenho obtido no Quiz foi utilizado nas conclusões.

De posse dos dados, seguiu-se um levantamento dos MCGP encontrados nas imagens obtidas. A partir desse levantamento e de sua associação com desempenho obtido no Quiz, buscaram-se os MCGP que melhor indicavam o estado afetivo de interesse. Além desse levantamento, foi feita uma entrevista com os alunos. Esta objetivava o detalhamento de fenômenos que contradiziam a bibliografia ou tentava explicar algum comportamento novo ainda não relatado. A Figura 4 esquematiza o processo descrito, cujos resultados serão apresentados na próxima seção.

85

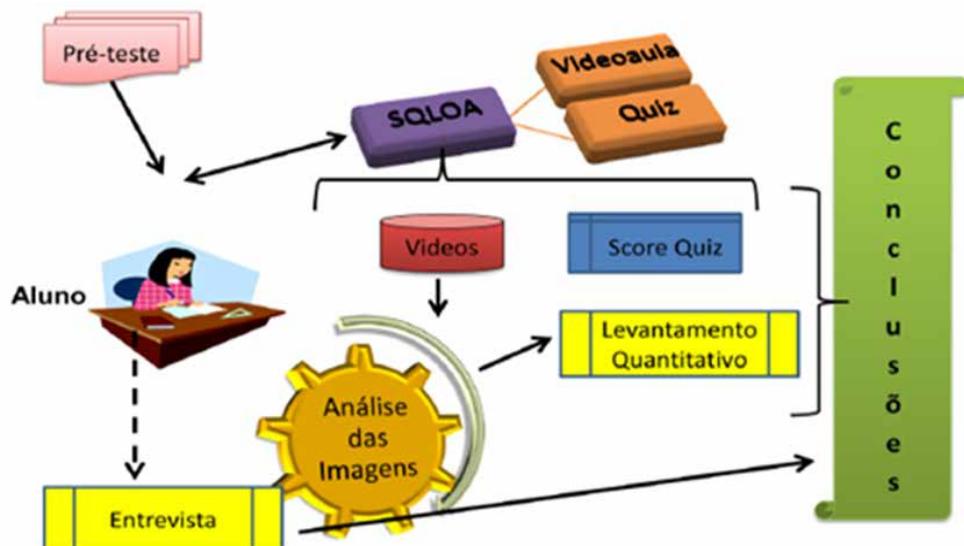


Figura 4 - Processo metodológico

Fonte: Elaboração própria (2014).

3. INDICADORES DE INTERESSE

A partir da separação da amostra em grupos, segundo o desempenho no Quiz, iniciou-se a análise das imagens. Nessa fase, assistiu-se aos vídeos das interações dos alunos de maior e de menor desempenho e os MCGP encontrados foram assinalados e contabilizados em suas fichas. A Tabela 1 mostra os principais MCGP encontrados nos vídeos.

Tabela 1 - Principais MCGP encontrados nos vídeos

Gestos	Descrição
11	Balançar a cabeça afirmativamente
12	Balançar a cabeça negativamente
13	Bater atrás da nuca
14	Esconder a boca
15	Franzir a testa
16	Ajeitar a boca
17	Olhar para o lado
18	Piscada Longa
19	Dar de ombros
20	Coçar a cabeça, boca, queixo, orelha ou nariz
21	Ajeitar-se na cadeira
22	Aproximar-se e voltar
23	Afastar-se e voltar
24	Balançar o corpo

Fonte: Elaboração própria (2014).

Além dos MCGP descritos na Tabela 1, com base na teoria sobre Comunicação Não Verbal (CNV), foram criadas seis taxas: a taxa de foco (JOLIVET, 1967), taxa de tensão aparente de (KAPOOR; PICARD, 2005; ARGYLE, 1988), taxa de apoio da cabeça (PEASE, A.; PEASE, B., 2005), taxa de mobilidade facial aparente (KAPOOR; PICARD, 2005), taxa de mobilidade corporal aparente (HAKURA et al., 2010; KAPOOR; PICARD, 2005) e taxa de piscada (ARGYLE, 1988; PEASE, A.; PEASE, B., 2005).

A classificação das imagens por meio das taxas obedeceu à escala de 1 a 5. Amorim (2012) detalha o processo de escolha e de criação desses indicadores. Dessa forma, as fichas com o levantamento quantitativo de cada aluno passaram a ter um local para anotação dessas taxas com suas respectivas métricas. A Tabela 2 apresenta as taxas criadas. Um resumo do levantamento feito é visto na Tabela 3. Nela observa-se cada aluno do grupo de maior e menor escores (Grupo 1 e Grupo 5) e suas respectivas MCGP.

A escolha dos Indicadores de Interesse é realizada por meio do confronto das médias aritméticas dos MCGP de cada grupo. Os MCGP cuja diferença das médias for superior a 1,5 são considerados como Indicadores de Interesse.

Tabela 2 - Indicadores de interesse criados

Gestos	Descrição
1	Taxa de foco
2	Taxa de tensão aparente
3	Taxa de apoio da cabeça
4	Taxa de mobilidade facial aparente
5	Taxa de mobilidade corporal aparente
6	Taxa de piscada

Fonte: Elaboração própria (2014).

Casos individuais nos quais os MCGP tiveram uma grande discrepância sobre a média geral foram destacados e chamados para uma entrevista. Por exemplo, o caso do aluno 238 no indicador 18 (piscada longa). A partir das entrevistas, outros Indicadores de Interesse foram escolhidos.

Os MCGP escolhidos com indicadores de interesse foram: a Taxa de Foco, a Taxa de Apoio da Cabeça, Forma de apoio da Cabeça, Taxa de Piscada, Piscada Longa, Atividades Dispersivas, Olhar para os lados e Mudança de Postura. Amorim (2012) faz o detalhamento de cada um desses Indicadores.

87

Tabela 3 - Resultados da análise dos vídeos dos grupos 1 e 5

Alunos de Grupo 1					Média	Alunos de Grupo 5					Média
MCGP	220	230	219	206		MCGP	211	209	221	238	
1	5	5	5	4	4,75	1	3	1	2	2	2,00
2	2	3	3	5	3,25	2	2	5	5	3	4,00
3	1	5	3	3	3,00	3	2	0	2	0	1,33
4	2	2	2	5	2,75	4	2	4	4	3	3,33
5	2	2	3	4	2,75	5	2	4	4	3	3,33
6	1	2	1	1	1,25	6	2	4	4	5	3,33
11	0	0	0	0	0,00	11	0	0	0	0	0,00
12	0	0	1	1	0,50	12	0	0	0	0	0,00
13	0	1	0	1	0,50	13	0	1	0	0	0,33
14	0	0	7	0	1,75	14	0	0	1	0	0,33
15	0	0	0	3	0,75	15	0	0	0	0	0,00
16	0	0	0	3	0,75	16	1	0	0	2	0,33
17	0	0	2	3	1,25	17	1	8	8	0	5,67
18	0	0	0	0	0,00	18	3	0	0	10	1,00
19	0	0	0	1	0,25	19	0	0	0	0	0,00
20	3	3	2	9	4,25	20	0	0	4	1	1,33
21	1	2	0	0	0,75	21	0	2	2	5	1,33
22	0	0	0	1	0,25	22	0	0	1	2	0,33
23	0	1	0	0	0,25	23	0	2	0	0	0,67
24	0	0	1	1	0,50	24	1	1	1	0	1,00
Δt	3,3	4,2	5,0	10,17	5,71	Δt	9,2	7,0	5,5	5,5	7,26
Score	9	9	9	9	9,00	Score	2	2	3	4	2,33

Fonte: Elaboração própria (2014).

4. MODELO PARA INFERÊNCIA DO INTERESSE

O objetivo deste trabalho é a identificação do interesse do aluno a partir da análise das imagens capturadas por meio da Visualização Computacional em ambientes de EaD. Uma das etapas para esta verificação foi o levantamento dos indicadores do estado afetivo de interesse que podem ser obtidos através da VC. Essa etapa foi descrita na seção anterior. Dentre as diversas taxas e MCGP apresentados, as taxas de foco, de apoio de cabeça e de piscada e os MCGP “olhar para o lado”, “atividades dispersivas”, “forma de apoio da cabeça”, “piscada longa” e “mudança de postura” foram os que apresentaram os resultados mais significativos na detecção do interesse do aluno.

De posse dos indicadores e, por conseguinte, da possibilidade de inferência do interesse em ambientes EaD, surge outra questão: Como um profissional da educação pode utilizar esses indicadores para o acompanhamento do interesse do aluno?

Gatti (2003) lembra que o professor tem a tarefa de acompanhar o desenvolvimento do aluno. Ele deve acompanhar o processo de desenvolvimento das atividades escolares, compreender como estão se concretizando, oferecer informações relevantes para o próprio desenvolvimento do ensino e para o planejamento das atividades escolares. Todo esse processo passa pelo viés afetivo em que acompanhar a motivação e o interesse do aluno é de suma importância, completa Longhi (2011).

Novak (1977) aponta para o papel da afetividade na regulação das relações de significação entre o professor e os estudantes e na estreita inter-relação entre predisposição para aprender e Aprendizagem Significativa. Aprender Significamente é fixar os conceitos à estrutura cognitiva existente de maneira organizada e consistente e o interesse é um fator que interfere positivamente.

Partindo desses conceitos, este trabalho propõe um *Modelo para Inferência do Interesse* (Figura 5) que utiliza os Indicadores de Interesse em conjunto com um esquema denominado *Esquema para Identificação do Interesse* (EI). O modelo baseia-se na análise das imagens dos alunos, quando se contabiliza os MCGP destacados e produz-se um Extrato dos Indicadores de Interesse. Os valores de cada Indicador de Interesse é submetido ao EI e define um valor entre 0 e 100% condizente com a taxa de interesse do aluno. Amorim (2012) mostra as fórmulas e o algoritmo do Esquema para Identificação do Interesse.

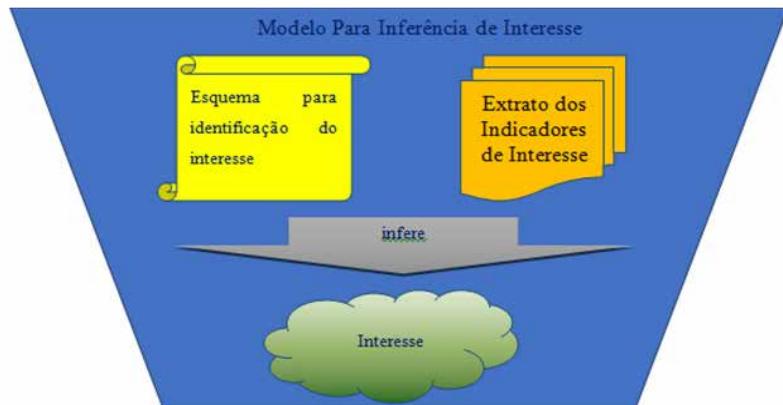


Figura 5 - Modelo para inferência de interesse

Fonte: Elaboração própria (2014).

Para ilustrar o Modelo para Inferência de Interesse, a figura 6 contém um exemplo como todo o processo ocorre. A parte pontilhada da figura destaca a parte referente ao modelo. Inicialmente, o aluno acessa o ambiente de EaD que captura os vídeos com as imagens, armazenando-as. Os vídeos são transformados em extratos contendo os identificadores de interesse dos alunos. De posse desses extratos, com auxílio do Esquema para Identificação do Interesse, o professor pode obter o interesse do aluno, utilizando-o para, por exemplo, modificar suas estratégicas pedagógicas, objetivando manter ou elevar o interesse do aluno ou da turma. O autor deste trabalho acredita que a manutenção de bons níveis de interesse é um dos fatores norteadores para a Aprendizagem Significativa.

89

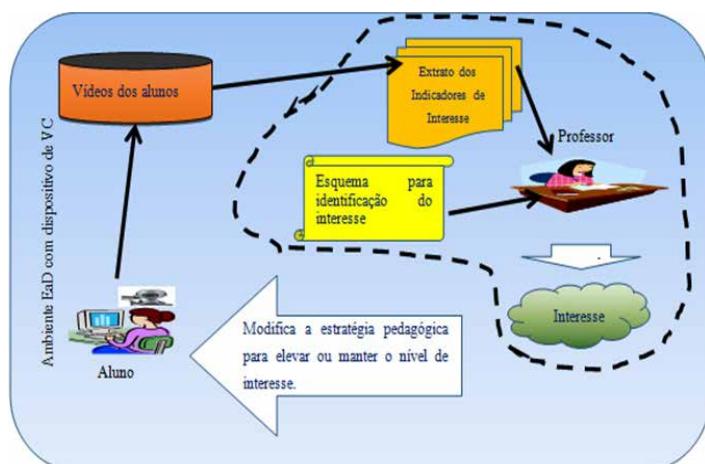


Figura 6 - Uso do modelo para inferência de interesse

Fonte: Elaboração própria (2014).

5. ESQUEMA PARA IDENTIFICAÇÃO DO INTERESSE

Uma parte importante no Modelo de Inferência de Interesse é o Esquema para Identificação do Interesse. Ele é um conjunto de procedimentos e fórmulas para que o usuário, ao segui-lo, possa inferir com algum grau de certeza o interesse do aluno.

Para utilizar o Esquema para Identificação do Interesse, faz-se necessário possuir extratos contendo a identificação do aluno e os demais identificadores de interesse criados com suas respectivas contagens e quantificações. Na identificação do aluno, pode-se optar por elementos que não sejam necessariamente o seu nome, sua matrícula, seu número de chamada, entre outros. As outras variáveis foram aqui denominadas de i1 a i8 em referência à abreviação de identificador1 ... identificador8, cada qual correspondendo a um indicador específico. A Tabela 4 mostra os indicadores utilizados e suas variáveis correspondentes.

Tabela 4 - Extrato dos Indicadores de Interesse

#	Identificação do Aluno
i1	Taxa de Foco
i2	Taxa de Apoio da Cabeça
i3	Taxa de Piscada
i4	Forma de Apoio da Cabeça
i5	Piscada Longa
i6	Atividades Dispersivas
i7	Olhar para os Lados
i8	Mudança de Postura

90

Fonte: Elaboração própria (2014).

O Esquema para Identificação do Interesse é dividido em seis passos (Figura 7). Os passos foram denominados de p1 a p6. Cada um dos passos possui entradas, ações, resultados parciais, pesos e resultados finais. Os valores de entrada são os Indicadores de Interesse presentes nos extratos (i1, i2,...,i8). A saída do esquema é o resultado final $P(x)$ que é o interesse de cada passo. Dependendo do passo, um ou mais Indicadores de Interesse podem ser utilizados, por exemplo, o p3 utiliza os indicadores i3 e i5 como entrada.

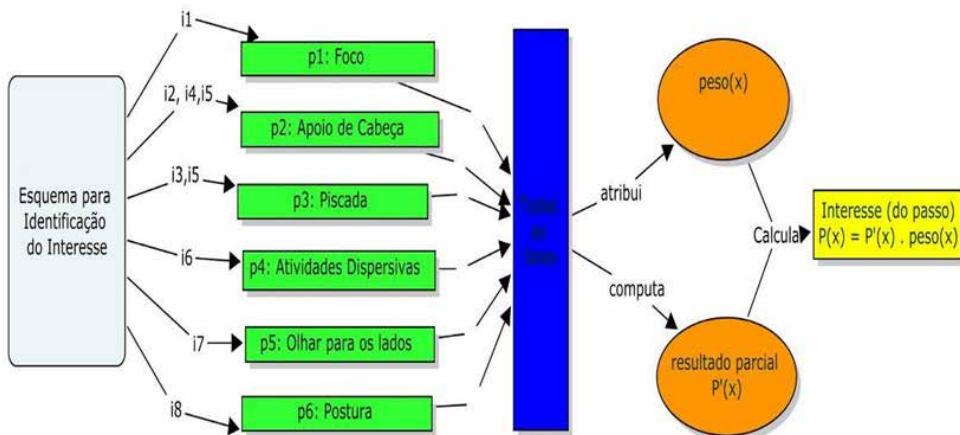


Figura 7 - Esquema para identificação do interesse

Fonte: Elaboração própria (2014).

As ações são algoritmos a serem seguidos com os dados de entrada. A saída deste algoritmo será o resultado parcial $P'(x)$ em que x indica o passo que está sendo processado. Essa saída sempre terá como valores as constantes Interesse, Tédio ou Neutro. Nesse esquema, o **Interesse** é uma constante de valor **igual a 1**. O **Tédio** uma constante de valor **igual a 0**. O **Neutro** uma constante de valor **igual a 0,5**. Os algoritmos são detalhados em Amorim (2012).

O Esquema para Detecção do Interesse permite que cada um dos resultados parciais obtidos $P'(x)$ possa ter os seus valores ajustados para o cômputo do resultado final. Isso é feito pelo usuário por meio da atribuição de pesos distintos a cada um dos passos. O usuário pode, por exemplo, atribuir pesos maiores nos critérios em que acredita serem mais adequados para a detecção do interesse.

Para o cômputo do valor do Interesse de cada passo $P(x)$, multiplica-se cada um dos resultados parciais pelo peso de cada passo. O peso padrão de cada passo é igual a 1 (Equação 1).

O interesse final é o somatório dos interesses de todos os passos, divididos somatório dos pesos atribuídos a cada um dos passos, conforme equação 2.

Equação 1 - Interesse de cada passo

$$P(x) = P'(x) \cdot \text{peso}(x) \quad \text{onde} \quad 0 \leq \text{peso}(x) \leq 1$$

Interesse = 1

Tédio = 0

Neutro = 0,5

Fonte: Elaboração própria (2014).

Equação 2 - Cálculo do Interesse Final

$$\text{Interesse}_{\text{Final}} = \frac{\sum_{i=1}^6 P(x)}{\sum_{i=1}^6 \text{peso}(x)}$$

Fonte: Elaboração própria (2014).

A Tabela 5 exemplifica o cálculo do interesse para dois alunos. O aluno 220, segundo o modelo, obteve o interesse de 58%, e o aluno 211 obteve o interesse de 9%. Observa-se, nesse exemplo, que o peso do passo 5 foi zerado.

Tabela 5 - Exemplo de inferência do interesse

Aluno 220				211			
#	peso(x)	Entradas	P'(x)	P(x)	Entradas	P'(x)	P(x)
p1	1	i1=97%	Interesse=1,00	1,00	i1=80%	Tédio=0,00	0,00
p2	1	i2=20%,i4=tripé,i5=não	Neutro=0,50	0,50	i2=80%,i4=apoio,i5=sim(3)	Tédio=0,00	0,00
p3	1	i3=5/min,i5=não	Interesse=1,00	1,00	i3=5/min, i5=sim(3)	Tédio=0,00	0,00
p4	1	i6=4	Neutro=0,50	0,50	i6=0	Tédio=0,00	0,00
p5	0	i7=0	Interesse=1,00	0,00	i7=1	Interesse=1,00	0,00
p6	1	i8=1	Neutro=0,50	0,50	i8=1	Neutro=0,50	0,50
Σ			3,50				0,50
Interesse:				58%	Interesse:		

Fonte: Elaboração própria (2014).

92

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho mostra que é possível utilizar a Visualização Computacional em ambientes de EaD para apoio à detecção do “interesse” do aluno. É apresentada uma ferramenta para prover ambientes de EaD a capacidade de VC. Destaca os principais Movimentos Corporais, Gestuais ou Posturais que se apresentaram mais adequados na inferência do interesse. Por último, exibe um Modelo e um Esquema para a inferência do interesse, quando profissionais da educação, ao aplicarem o modelo, podem detectar o nível de interesse dos seus alunos.

O Modelo para Inferência do Interesse é baseado nos Indicadores de Interesse aqui apresentados. Já o Esquema para Identificação configura-se em um conjunto de passos (algoritmo) em que os extratos com os Indicadores de Interesse são aplicados e o nível de interesse do aluno é obtido. Amorim (2012) detalha cada passo com seus respectivos algoritmos.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. J. V. *Visualização Computacional como apoio à identificação do interesse do aluno em ambientes de EaD*. 2012. 169 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2012.

AMORIM, M. J. V.; BERCHT, M.; BEHAR, P. A. Ferramenta para captura de imagens em ambientes virtuais de aprendizagem. In: CONFERÊNCIA IADIS IBERO-AMERICANA WWW/INTERNET, 2013, Algarve, Portugal. *Actas ... Algarve, Portugal, 2010.* p. 424-428.

_____. *QuizWebcamXML* - Uma ferramenta para confecção de questionários utilizando o padrão XML e com captura de imagens. In: CONFERÊNCIA IADIS IBERO-AMERICANA WWW/INTERNET, 2011, Lisboa, Portugal. *Actas ... IADIS Press Publication, Lisboa, Portugal, 2011a.*

_____. Análise do Grau de Interesse através da Visualização Computacional. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 22., 2011b, Aracajú, Sergipe. *Anais...Aracaju, SE, 2011b.*

ARGYLE, M. *Bodily communication*. 2. ed. London and New York, 1988.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Educational psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978. Publicado em português pela Editora Interamericana, Rio de Janeiro, 1980.

CHARDOSIM, N. M. O. *Um Estudo de associação entre Desempenho Escolar e Medidas Neuropsicológicas em Alunos da 3^a série do ensino fundamental*. 2011. Monografia (Especialização em Psicologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2011.

COHEN, D. *A Linguagem do Corpo: o que você precisa saber*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

GATTI, B. A. O Professor a avaliação em sala de aula. *Estudos em Avaliação Educacional*. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, n. 27, p. 97-133, jan./jun. 2003.

HAKURA, J.; TAKAHASHI, N.; KUREMATSU, M.; FUJITA, H. *Estimating Interest Level of Person through Posture by Vision System*. Japan: IOS PRESS, 2010.

JOLIVET, R. *Tratado de Filosofia, Volume 2*. Traduzido por Gerardo Dantas Barretto. Rio de Janeiro: Agir Editora, 1967.

KAPOOR, A.; PICARD, R. W. Multimodal Affect Recognition in Learning Environments. In: ANNUAL ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA, 13., 2005, Singapore. *Proceedings...* Singapore: ACM, 2005. p. 667-682.

LONGHI, M. T. *Mapeamento de aspectos afetivos em um ambiente virtual de aprendizagem*. 2011. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2011.

NOVAK, J. *A theory of education*. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1977.

PRATA, C.; NASCIMENTO, A. *Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico/Organização*. Brasília: MEC, SEED, 2007.

PEASE, A.; PEASE, B. *Desvendando os segredos da Linguagem Corporal*. Rio de Janeiro: Editora Sextante, 2005.

WEIL, P.; TOMPAKOW, R. *O Corpo Fala: a linguagem silenciosa da comunicação não verbal*. 4. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2011.

Realidade aumentada e possibilidade de uso na educação

Suzana da Hora Macedo

Instituto Federal Fluminense [shmacedo@iff.edu.br]

Doutora em Informática na Educação/ UFRGS

Filipe Arantes Fernandes

Instituto Federal Fluminense [filran@gmail.com]

Mestrando em Engenharia de Sistemas e Computação /UFRJ

Este trabalho mostra o uso da Realidade Aumentada (RA) como ferramenta para visualização e interação do estudante no processo de ensino-aprendizagem em diversas áreas da Educação.

Tendo a seu favor a versatilidade de aplicação e a sua adaptabilidade a diversas atividades, a informática pode promover a integração curricular, a quebra de barreiras entre as disciplinas e entre as diversas culturas, enriquecendo a formação dos alunos e contribuindo para elevar o nível cultural e tecnológico dos educandos.

A Realidade Aumentada mistura o mundo real com o mundo virtual. Segundo Coelho e Bähr (2005, p. 2926), “A combinação de real com virtual se baseia na presença simultânea de objetos reais e virtuais em uma cena”.

A RA servirá para ampliar o horizonte do aluno, possibilitando a interação com o fenômeno físico em estudo, fazendo com que ele visualize, no mundo virtual, objetos que os seres humanos não conseguem visualizar no mundo real. Segundo Kaufmann et al. (2005), a principal vantagem do uso da RA é que os alunos realmente veem objetos tridimensionais os quais até agora tinham que calcular e construir com os métodos tradicionais principalmente papel e caneta.

Com o objetivo de mostrar as possibilidades do uso da RA na educação, primeiramente este artigo tratará do funcionamento da RA e, na seção seguinte, algumas experiências de seu uso na educação serão relatadas.

I. FUNCIONAMENTO DA REALIDADE AUMENTADA

Milgram e Kishino (1994) se referem à RA quando a exibição de um ambiente real é aumentada por meio de objetos virtuais. Segundo estes

autores, o melhor da RA é que um ambiente real pode ser enriquecido com objetos virtuais.

A RA funciona da seguinte maneira:

- i. coloca-se um marcador em um objeto no qual se deseja que ocorra a interação;
- ii. este marcador será visualizado pela câmera do microcomputador;
- iii. se o mesmo for reconhecido, levará a uma biblioteca já pré-estabelecida;
- iv. aparecerá, então, na tela do computador, o primeiro objeto em que estava o marcador, juntamente com o objeto que estará nessa biblioteca;
- v. os dois objetos serão, então, fundidos em um mundo misto que misturará o mundo real com o mundo virtual.

Rodrigues, C., Pinto e Rodrigues, P. (2010), sobre RA e Realidade Virtual (RV), afirmam que:

A RV e RA contribuem de maneira significativa na área da educação como processo de exploração, descoberta, observação e construção de uma nova visão do conhecimento, oferecendo ao aprendiz a oportunidade de melhor compreensão do objeto do estudo (2010, p. 87).

Zorral (2009, p. 10) afirma que “a Realidade Aumentada pode facilitar a visualização e manipulação do objeto de estudos, reproduzindo os dados complexos sob a forma de objetos tridimensionais, permitindo, dessa forma, aumentar a capacidade de percepção do usuário”.

A formação do ambiente em RA é exemplificada na figura 1.

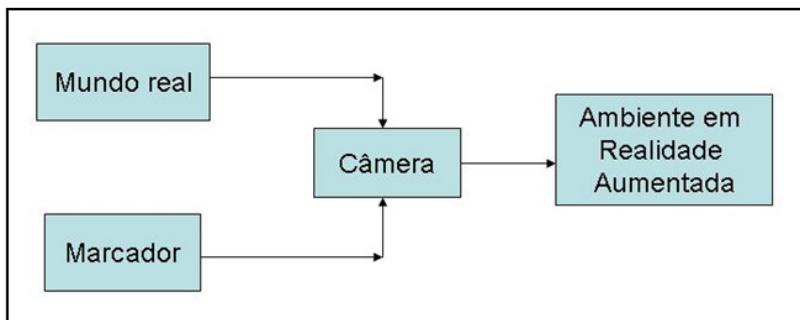


Figura 1 - Formação do mundo em Realidade Aumentada.

Fonte: Macedo, Lima e Azevedo, 2010, p.180.

Azuma (1997) define RA como um sistema que tem as seguintes características:

- combina real e virtual;
- é interativa com processamento em tempo real;
- é concebida em três dimensões.

Segundo Zorral (2009, p. 10) “esta tecnologia permite interações tangíveis mais fáceis e naturais [...] sem o uso de equipamentos especiais”.

A RA, nas diversas experiências relacionadas na próxima seção, permitiu aos usuários a visualização em terceira dimensão e a interação com os objetos de estudo, apoiando o processo de ensino-aprendizagem.

2. EXPERIÊNCIAS UTILIZANDO REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO

Apesar de recente, a RA já vem sendo utilizada com sucesso em diversas áreas. Segundo Valente (1993, p.7), “a cada dia surgem novas maneiras de usar o computador como um recurso para enriquecer e favorecer o processo de aprendizagem”.

Segundo Coelho e Bähr (2005), quando é filmado um local em tempo real e inserimos objetos virtuais e as cenas formadas dão a impressão de que os objetos virtuais existem no mundo real, tem-se um ambiente de RA. Diversos pesquisadores estão criando ambientes em RA com o objetivo de facilitar a aprendizagem. Algumas propostas de uso da RA na Educação são abordadas a seguir.

97

2.1 MiRa

O MiRa (Microscópio Simulado em Realidade Aumentada) foi idealizado para facilitar o ensino de Biologia Celular e Tecidual na Educação a Distância por Meio de Microscópio Virtual.



Figura 2 - Tela de Apresentação do MiRa

Fonte: Faria et al., 2011, p. 68.



Figura 3 - Microscópio virtual – identificação das objetivas e suas funções

Fonte: Faria et al., 2011, p.68.

A figura 2 mostra a sua tela de apresentação, e a figura 3 mostra a tela do microscópio virtual.

É um *software* que permite aos estudantes da modalidade EaD (Educação a Distância) do curso de Especialização em Tecnologias Aplicadas ao Ensino de Biologia (ETAEB) pós-graduação *lato sensu*, na disciplina Fundamentos de Biologia Celular e Tecidual para o Ensino da Universidade Federal de Goiás (UFG), uma leitura, de forma virtual, de lâminas microscópicas por meio de um banco de dados contido nele, que antes só seria possível em um laboratório.

98

2.2 Experimento de Oersted

Souza e Kirner (2011) apresentaram uma aplicação de RA na qual o aluno pode fazer experimentos com um circuito elétrico tal como se estivesse em um mini laboratório e ainda com a opção de ser instruído por um tutor em áudio que explica os efeitos da interação sobre o circuito. A figura 4 mostra esse trabalho quando o aluno pode realizar o experimento de Oersted em ambiente de RA.

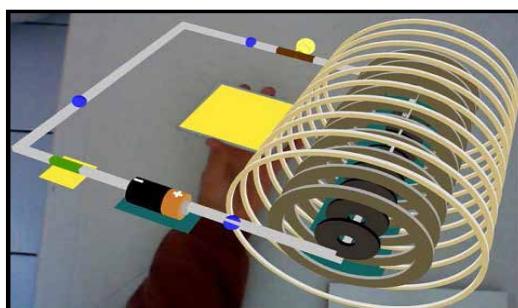


Figura 4 - Experimento de Oersted em Realidade Aumentada

Fonte: Souza e Kirner, 2011, p. 7.

2.3 Sistemas estruturais

Rodrigues C., Pinto e Rodrigues P. (2010) apresentam uma ferramenta de ensino com o intuito de introduzir os alunos no estudo de sistemas estruturais de uma maneira lúdica e adequada ao perfil dos estudantes de Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Na figura 5, podem ser observadas as reações de apoio da viga contínua em RA.

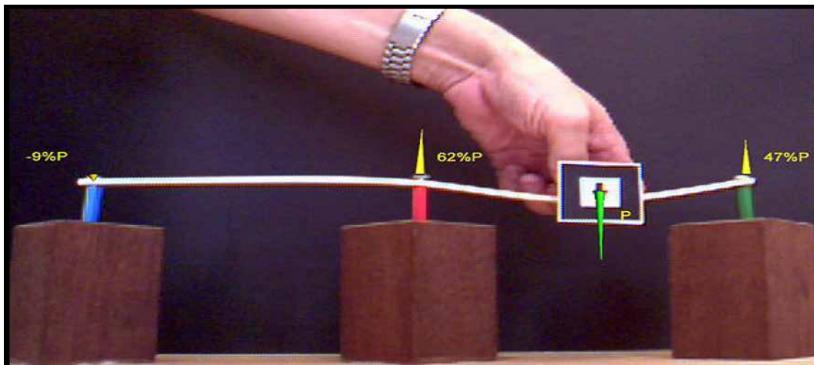


Figura 5 - Reações de apoio da viga contínua

Fonte: Rodrigues C., Pinto e Rodrigues P., 2010, p. 89.

99

Esse experimento possibilitou aos alunos uma melhor percepção da configuração deformada de sistemas estruturais submetidos a uma carga concentrada em diferentes pontos.

2.4 Campo magnético de um ímã em forma de barra

Macedo, Biazus e Fernandes (2011) estudaram os campos magnéticos de um ímã em forma de barra (Figura 6).



Figura 6 - Campo magnético de um ímã em forma de barra

Fonte: Macedo, Biazus e Fernandes, 2011, p.159.

Em ambiente de RA, os estudantes puderam visualizar em 3D e interagir com o campo magnético de um ímã em forma de barra. A partir dos experimentos realizados com alunos, foram feitas análises e avaliações do trabalho.

2.5 SISEULER

Também utilizando a RA no ensino, Lemos e Carvalho (2010) criaram o SISEULER, que atua como Objeto de Aprendizagem, por meio do qual o aluno pode ter um melhor entendimento da relação de Euler pela visualização e manipulação de objetos. O software SISEULER foi implementado com técnicas de RA e utilizado para apoio ao ensino da Relação de Euler. O software baseado em RA permite ao aluno a visualização em terceira dimensão e também a interação com os objetos.

Neste trabalho, a Relação de Euler é utilizada para associar o número de vértices, faces e arestas dos poliedros. Esse experimento foi testado com um resultado positivo com professores da educação básica que estão cursando mestrado profissional em Educação Matemática. A figura 7 mostra um dodecaedro utilizando o SISEULER.

100

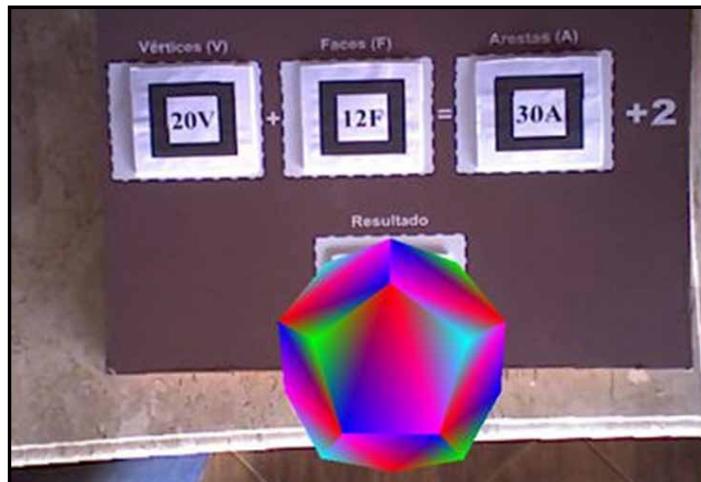


Figura 7 - Dodecaedro no SISEULER

Fonte: Lemos e Carvalho, 2010, p.7.

2.6 Visualização de sólidos

Macedo, Lima e Azevedo (2010) apresentaram um Método de Ensino de Sólidos utilizando RA, proporcionando ao estudante a interação e a visualização dos sólidos.

A figura 8 mostra a usuária em um ambiente de RA manipulando uma pirâmide.

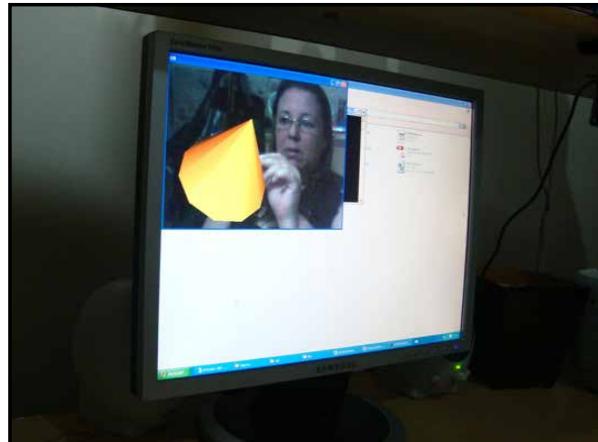


Figura 8 - Usuária manipulando uma pirâmide em Realidade Aumentada

Fonte: Macedo, Lima e Azevedo , 2010, p.183.

Neste trabalho, diversos sólidos podem ser vistos em terceira dimensão e também podem ser manipulados pelo estudante. A grande vantagem, além da visualização em terceira dimensão e da manipulação é que o custo é baixíssimo, já que, após feita a programação, o equipamento necessário se resume apenas a um *laptop* ou a um microcomputador com *webcam*.

101

2.7 VGSTARGD

Lima et al. (2008) elaboraram o VSTARGD (*Viewer of Torus Surfaces of Descriptive Geometry Through Reality*), apresentado na figura 9.



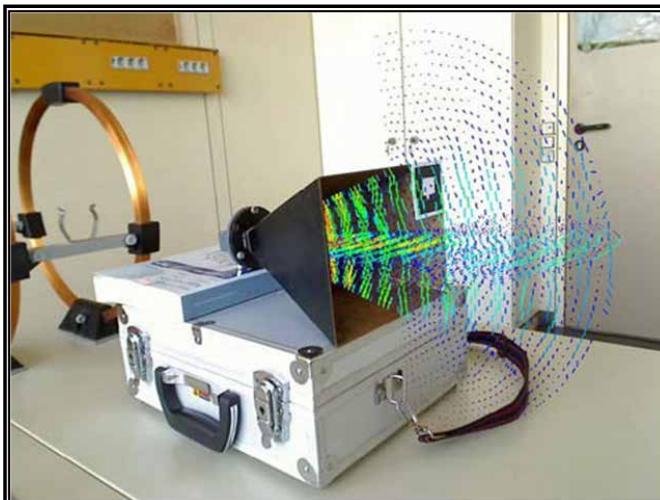
Figura 9 - VGSTARGD desenvolvido pela UFRJ

Fonte: Lima et al., 2008, p. 2.

Neste *software* é possível visualizar superfícies tóricas, das quais três são animadas.

2.8 Visualização do campo magnético de um solenóide

Buchau et al. (2009) criaram três aplicações baseadas em RA para serem utilizadas no ensino do campo magnético de um ímã, do campo magnético de um solenóide e do campo magnético de uma antena. Na figura 10, pode-se ver o campo magnético de uma antena, resultado deste trabalho.



102

Figura 10 - Campo magnético de uma antena

Fonte: Buchau et al., 2009, p. 961.

Essas aplicações permitem que o aluno visualize os campos magnéticos em três dimensões. Este trabalho ainda não apresenta resultados de utilização com estudantes.

2.9 Construct 3D

Kaufmann et al. (2005) da Universidade Tecnológica de Viena desenvolveram o Construct 3D.

É um sistema que usa RA como um meio para o ensino, e usa 3D para facilitar o ensino da matemática e da geometria. A figura 11 mostra os estudantes utilizando o Construct 3D. Essa colaboração educacional serve como base de um estudo de avaliação global quanto à eficácia na formação de habilidades espaciais.

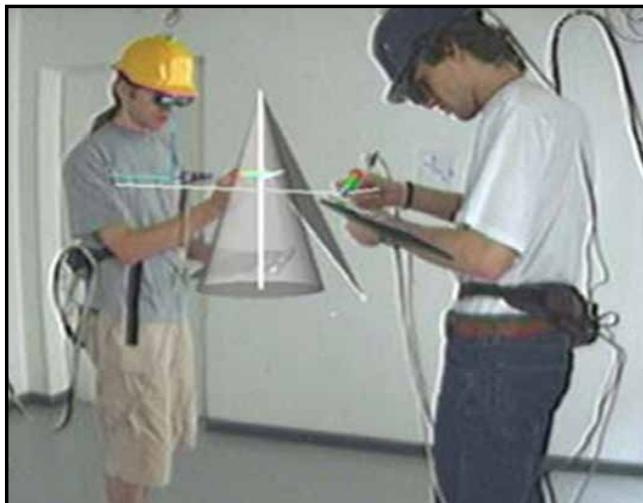


Figura 11 - Estudantes usando o Construct 3D

Fonte: Kaufmann et al., 2005, p. 2.

A partir desse cenário, a RA utilizada para auxiliar o professor no processo ensino-aprendizagem torna os conteúdos mais interessantes e atrativos, possibilitando a visualização e a interação em terceira dimensão dos temas a serem estudados.

103

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos construídos em ambiente de RA podem ser manipulados livremente pelos usuários, em terceira dimensão.

A RA apresenta as seguintes vantagens:

- permite aos estudantes a visualização do experimento em terceira dimensão;
- permite a interação dos estudantes com esses experimentos;
- a partir do momento em que o Objeto de Aprendizagem em RA foi elaborado, sua utilização é simples e prática;
- permite simplicidade e economia do equipamento utilizado (os experimentos podem ser realizados com apenas uma *webcam* e um *laptop*); um *data-show* com telão também pode ser utilizado, servindo apenas para enriquecer o experimento.

Este trabalho mostra uma nova forma de ensinar. A RA pode contribuir como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem em diversas áreas de ensino.

REFERÊNCIAS

AZUMA, R. A Survey of Augmented Reality. *Presence: teleoperators and virtual environments*, v. 6, n. 4, p.355-385, aug. 1997. Disponível em: <<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2013.

BUCHAU, A. et al. Augmented Reality in Teaching Eletrodynamics. *The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering*, v. 28, n. 4, p. 948-963, 2009.

COELHO, A. H.; BÄHR, H. P. Visualização de dados de CAD e LIDAR por meio de Realidade Aumentada. In: SIMPÓSIO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, [S.I.]. *Anais...* [S.I.]: INPE, 2005. p. 2925-2932. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/Itid.inpe.br/sbsr/2004/11.11.08.15/doc/2925.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2014.

FARIA, J. C. et al. O Ensino de Biologia Celular e Tecidual na Educação a Distância por Meio do Microscópio Virtual. *Experiências em Ensino de Ciências*, [S.I.], v. 6, n. 3, 2011.

KAUFMANN, H. et al. General Training of Spatial Abilities by Geometry Education in Augmented Reality. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine: a Decade of VR*, [S.I.], v. 3, p. 65-76, 2005. Disponível em: <http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/CT05_GeomEdu_SpatialAbilities.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2014.

LEMOS, B. M.; CARVALHO, C. V. A. Uso da Realidade Aumentada para apoio ao entendimento da relação de Euler. RENOTE. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, [S.I.], v. 8, p. 1-10, 2010.

LIMA, A. J. R.; CUNHA, G. G.; HAGUENAUER, C. J.; LIMA, L. G. R. Torus Surfaces of Descriptive Geometry in Augmented Reality. WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, 5., 2008, [S.I.], UNESP. *Anais...* [S.I.]: UNESP, 2008.

MACEDO, S. H.; BIAZUS, M. C. V.; FERNANDES, F. A. Ensino do Campo Magnético de um Ímã em Forma de Barra Utilizando Recursos de Realidade Aumentada. *Revista Informática na Educação: Teoria e Prática*, [S.I.], v.1, p. 153 - 165, 2011.

MACEDO, S. H.; LIMA, J. V.; AZEVEDO, F. C. Uso da Realidade Aumentada no Ensino

de Sólidos. CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2010, Santiago. *Anais...* Santiago: Universidad de Chile, 2010. p. 179-183.

MILGRAM, P; KISHINO, F. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE TRANSACTIONS ON INFORMATION AND SYSTEMS*, [S.I.], v. E77-D, n.12, dec. 1994. Disponível em: <http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html>. Acesso em: 24 jul. 2014.

RODRIGUES, C. S. C.; PINTO, R. A. M.; RODRIGUES, P. F. N. Uma Aplicação da Realidade Aumentada no Ensino de Modelagem dos Sistemas Estruturais. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, Passo Fundo, v. 2, n. 2, p.81-95, set. 2010.

SOUZA, R. C.; KIRNER, C. Ensino e aprendizagem de eletromagnetismo usando Recursos de Realidade Aumentada. *RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto alegre, v. 9, n. 1, jul. 2011.

VALENTE, J. A. Diferentes Usos do Computador na Educação. *Em Aberto*, n. 57, p. 3-16, jan./mar. 1993.

ZORZAL, E. R. *Estratégia para o Desenvolvimento de Aplicações Adaptativas de Visualização de Informações com Realidade Aumentada*. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2009.

Ferramentas e métodos para aperfeiçoamento do funcionamento de um agente conversacional

Eliane Vigneron Barreto Aquiar

Instituto Federal Fluminense [euiqneron@iff.edu.br]

Doutora em Informática na Educação na UFRGS

Neemias Vitorino

Instituto Federal Fluminense [neemiasuf@gmail.com]

Graduando em Bacharelado em Sistemas de Informação

Um agente conversacional pode facilitar o aprimoramento das habilidades dos estudantes de pensamento crítico e criativo (MIKIC et al., 2009; ANDRE et al., 1999), o que é fundamental para o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas (SENDAG; ODABASI, 2009; VILA; CALLEJO, 2006). Como resultado de pesquisa anterior (AGUIAR, TAROUCO, REATEGUI, 2011), foi criado um agente conversacional, chamado Blaze, utilizando a linguagem de marcação AIML (*Artificial Intelligence Markup Language*), que permite interagir com o agente em linguagem natural (WALLACE, 1995).

No entanto, existem inúmeras tecnologias que podem contribuir para o aprimoramento do Blaze, tornando-o mais dinâmico e inteligente, além de aumentar sua performance. É possível citar, como exemplo, a implementação de um banco de dados distribuído, de um sistema de predição de perguntas e respostas, e de componentes gráficos *front-end* (*HTML, CSS e JavaScript*), além da reescrita do algoritmo em linguagens de programação mais recentes e dinâmicas, como *Python* e *Ruby*, integração à plataforma de pesquisa *Google* e criação de um aplicativo *offline*, multiplataforma. Com base nisso, este artigo descreve essas tecnologias que podem ser utilizadas para aperfeiçoamento do Blaze, utilmente adaptáveis a outros agentes conversacionais.

Além disso, o artigo comenta sobre a efetiva implementação dessas ferramentas e desses métodos, descrevendo todo o seu processo de desenvolvimento, apontando falhas e erros, assim como pontos positivos. A seção 1 apresenta uma revisão de literatura sobre agentes conversacionais, subsídios necessários para o desenvolvimento da pesquisa. A seção 2 trata do agente conversacional Blaze, a seção 3 aborda a reestruturação do agente e a seção 4 comenta sobre as tecnologias ponderativas, apresentando as linguagens de programação e as ferramentas que podem ser usadas para aprimoramento do funcionamento do agente.

I. AGENTES CONVERSACIONAIS

Na década de 1980, começaram a ser criados sistemas tutores inteligentes com uma base de conhecimento para guiar os estudantes no processo de aprendizagem. Um tutor inteligente é um sistema de *software* que utiliza técnicas de inteligência artificial para representar o conhecimento e interage com os estudantes para lhes ensinar. Nos anos de 1990, com o avanço da psicologia cognitiva, os sistemas tutores inteligentes evoluíram de uma proposta instrucional visando estruturar um ambiente para a experimentação e a descoberta do conhecimento (MURRAY, 1999). Contudo, apesar desses avanços, a complexidade da estrutura desses sistemas limitou bastante sua aplicação prática. Desenvolver um sistema tutor inteligente é uma tarefa difícil. Isso se deve tanto à complexidade da tecnologia necessária para representação do conhecimento, modelagem cognitiva, processamento qualitativo e processo de modelagem causal, quanto à dificuldade de elicitação e representação do conhecimento do domínio (MIKIC et al., 2009).

A.L.I.C.E (*Artificial Linguistic Internet Computer Entity*)¹ foi um projeto bastante original e inovador no campo da inteligência artificial, na década de 90. Tratava-se de um exemplo de agente conversacional, com sistema de código aberto mantido por uma comunidade ativa. O sistema opera até hoje e é composto de duas partes: a máquina conversacional e a base de conhecimento construída usando a linguagem de marcação AIML (*Artificial Intelligence Markup Language*). A linguagem possui estrutura específica constituída de “categorias”, as quais consistem de ao menos dois elementos: o “pattern” e o “template”, como no exemplo a seguir (WALLACE, 1995).

107

```
<category>
    <pattern>possível entrada do usuário</pattern>
    <template>resposta do agente conversacional</template>
</category>
```

O funcionamento de um agente usando AIML é baseado em um modelo de estímulo-resposta, no qual o estímulo (a entrada dos usuários) é comparado com padrões (“pattern”). Quando ocorre um ou mais casamentos de padrões, é determinada uma resposta associada, contida no “template”, que o agente conversacional mostrará para o usuário (WALLACE, 1995). Todas essas ações, sobre ver o adequado *pattern* e mostrar o relacionado *template*, são carregadas pela máquina de tratamento de dados.

¹ A.L.I.C.E. *Artificial Intelligence Foundation*. [S.l.: S.n.], 2011. Disponível em: <alicebot.org>. Acesso em: 10 abr. 2011.

Diversos agentes conversacionais foram construídos usando a linguagem AIML. Cybelle é uma agente que interage em português e é capaz de interagir, também, em inglês e francês (AGENTLAND, 2002). Ela dá informações sobre outros agentes, como por exemplo, o ALICE. A Profª. Elektra é uma agente educacional que tem como principal objetivo ser um instrumento de complementação no aprendizado de estudantes de cursos a distância (LEONHARDT, 2005). CHARLIE é um agente responsável por interagir com os estudantes e o sistema educacional inteligente, mostrando conteúdos dos cursos e perguntando sobre o material de aprendizagem (MIKIC et al., 2009). A ampla gama de agentes conversacionais desenvolvidos com a máquina de inferência, baseada no projeto ALICE, levaram à escolha desta para o projeto de um agente conversacional para aprimoramento das habilidades de resolução de problemas.

2. O AGENTE CONVERSACIONAL BLAZE

A base do agente conversacional Blaze foi estruturada na linguagem AIML a partir do conhecimento extraído dos estudantes talentosos durante a resolução de problemas de matemática. Esses estudantes são medalhistas da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas e participam de um projeto de iniciação científica no qual a autora atua. O *software* que implementa o agente conversacional Blaze está hospedado em um servidor público (*Pandorabots.com*). O agente é capaz de responder às manifestações dos estudantes, que com ele interagem, a partir das informações armazenadas em sua base de conhecimento. O agente Blaze não resolve os problemas para o aluno, mas pode servir como um assistente capacitado e confiável durante o processo de resolução dos problemas. Por meio de palavras-chave ou de questionamentos, os alunos podem dialogar com o Blaze, que fornece dicas para resolver novos problemas de matemática. Um exemplo de um diálogo entre o Blaze e o estudante é apresentado na figura 1.

No exemplo, o agente responde uma pergunta do estudante sobre o tema “quadrado mágico” e exibe um vídeo com a definição e exemplos de quadrados mágicos.



Figura 1 - Resposta do Blaze com um vídeo sobre quadrado mágico

Fonte: Aguiar, 2011, p. 136.

3. REESTRUTURAÇÃO DO PROJETO

109

Em 2013, houve a necessidade de dar continuidade à pesquisa original (AGUIAR, 2011), com o objetivo de aprimorar o agente conversacional Blaze, acrescentando-lhe recursos e aprimorando seu motor de pesquisa. Para continuar o desenvolvimento do *software* Blaze, haveria a necessidade de reaproveitar o código-fonte implementado nos servidores da *Pandorabots, Inc.* e implantado em 2011, com uma amostra de estudantes. Infelizmente, os servidores da empresa sofreram queda, resultando na perda do código *front-end*, responsável pela interface com a qual os usuários interagem (K19 Treinamentos). Em contato com a empresa, foi possível recuperar apenas o código *back-end*, responsável pelo funcionamento interno da aplicação Blaze e seu motor de pesquisa (K19 Treinamentos). Assim, a reestruturação do projeto não só ponderou tecnologias de aprimoramento do código *back-end*, quanto à reiniciação do desenvolvimento do código *front-end*.

Efetivamente, foi reiniciado o desenvolvimento do código *front-end*, utilizando linguagens como HTML, CSS, *jQuery* e PHP. A página criada possui três tópicos: informações sobre o projeto, ambiente de interação com o Blaze e formulário de contato. No entanto, o código ainda está em fase de testes e não representa reais funcionalidades de interação com o Blaze. Temporariamente, ele está disponível publicamente no endereço eletrônico

<<http://blaze.url.ph>>. Em momento posterior, esse código será implantado em um servidor do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense), quando atingir versões mais estáveis.

4. TECNOLOGIAS PONDERATIVAS

4.1 Aperfeiçoamento do código AIML

O primeiro método de aprimoramento do Blaze é o mais simples e evidente. Trata-se de aperfeiçoar sua base de conhecimento. Isso pode ser feito de duas maneiras: ampliar o conteúdo matemático abrangido e refinar o padrão de perguntas dos usuários. Ambas são independentes, mas baseiam-se no desenvolvimento de padrões estímulo-resposta. A primeira induz à criação de mais categorias, incluindo seus elementos de entrada do usuário (pergunta) e saída do Blaze (resposta), em que cada categoria representará um assunto matemático diferente. A segunda maneira prevê a criação de mais opções de pergunta para um mesmo assunto matemático, ramificando os padrões “*pattern*”, que representam a possível pergunta do usuário. Ao fazer isso, haverá um leque maior de possibilidades de perguntas para um mesmo assunto, tornando mais eficiente o sistema de pesquisa do Blaze.

110

4.2 Cadastro de usuários

Atualmente, o Blaze é acessado de forma anônima, ou seja, sem a necessidade de autenticação de identidade, usualmente feita por meio de um *login* e senha de um usuário registrado no sistema. Acredita-se que seria interessante acrescentar esse recurso ao Blaze, mas, em um sistema no qual praticidade e objetividade são primordiais, o uso dessa ferramenta seria questionável. Todavia, com um usuário registrado, é possível associar informações relacionadas ao seu perfil, suas principais buscas, suas preferências e inúmeras ferramentas que tornam o ambiente mais amigável e pessoal. Avaliando-se somente os requisitos por parte do usuário, ao se utilizar esse recurso, fica evidente que a oferta independente de registro no sistema do Blaze é ponderativa. Em contrapartida, do ponto de vista do gerente do sistema, é possível gerar informações estatísticas com base nos dados de cada usuário, coletando principalmente informações sobre erros no sistema e *feedback* do usuário. A partir disso, o gerente do projeto será capaz de avaliar pontos positivos e negativos do sistema, auxiliando-o na tomada de decisões e gerando uma melhoria contínua deste.

4.3 Implementação em outras linguagens

A Fundação de Inteligência Artificial (*AI Foundation*, em inglês) e sua comunidade, mantenedores do projeto A.L.I.C.E., possuem várias implementações de *software* livre que interpretam a linguagem de marcação AIML, nativa do Blaze. No projeto original, ele estava hospedado nos servidores da *PandoraBots, Inc.*, que não oferecem suporte para os recursos avançados propostos neste artigo. Entretanto, com a implantação do Blaze em um servidor do Instituto Federal Fluminense, é possível utilizar qualquer uma das implementações AIML do projeto A.L.I.C.E., em linguagens de programação, desde *C++* e *Java* até *Python* e *Ruby*. Por se tratar de um projeto de *software* livre, o código-fonte está disponível para *download* e alterações, de forma legal. Portanto, inúmeras implementações podem ser feitas em qualquer uma das linguagens em que o Blaze já é implementado, criando um *software* ramificado que atende as expectativas deste projeto. Essa ação é comumente chamada de “*fork*” na área de desenvolvimento de *software* (OSI, 2013).

A escolha da linguagem a ser implementada depende dos requisitos do projeto, pois estes definirão a necessidade principal do sistema, que pode ser melhor atendida em um linguagem do que em outra. As linguagens de programação dinâmicas, como Python e Ruby, são boas escolhas, pois possuem características peculiares como as outras não dinâmicas.

Segundo Kiczales et al. (1991) e Botelho (2011), o que diferencia uma linguagem (orientada a objeto) dinâmica de uma não dinâmica são dois aspectos fundamentais: introspecção e interseção. Introspecção é a habilidade que uma linguagem tem de fazer com que seus objetos ou classes consigam ler seus atributos. Isso nos possibilita saber quais atributos ou métodos fazem parte de uma determinada classe. Interseção é a habilidade que uma linguagem tem de poder alterar o comportamento de um determinado objeto em tempo de execução. Esse aspecto nos permite fazer um *binding*, que é uma técnica de associar um identificador a uma classe, método ou objeto, ou seja, fazer uma referência por meio de um identificador de um método para um objeto/classe.

O *Meta Object Protocol* (MOP) introduz, em uma linguagem de programação, o suporte à introspecção e à interseção por meio do armazenamento do estado de seus objetos ou classes em meta-objeto ou meta-classe, associados a cada uma das entidades em questão (KICZALES et. al., 1991; BOTELHO, 2011). Algumas linguagens implementam o MOP

parcialmente, como é a do *Java* que é puramente introspectiva para dar suporte a API *Reflection*. Outras linguagens implementam por completo como é a do *Python*, *Scala*, *Ruby*, *Smalltalk* e *Groovy*.

Portanto, a escolha de uma dessas linguagens potencializa o desenvolvimento do Blaze. Apesar da implementação em *Ruby* (Program R) do interpretador AIML proveniente da AI *Foundation* ainda precisar de inúmeros testes e correções, isso não a descarta como uma das melhores opções. Em contrapartida, existe também a implementação em *Python*, o Program Y, mais estável e desenvolvido, utilizando 100% de bibliotecas e pacotes nativos da linguagem. Ainda assim, existem outras opções que podem ser implementadas, tomando como critério de escolha o escopo do projeto.

De qualquer forma, haverá a necessidade de implantação do Blaze na *web*. Para isso, será necessário utilizar um *framework* de desenvolvimento *web*. As mesmas linguagens de programação citadas acima possuem excelentes *frameworks*, como *Ruby on Rails* e *Django*, respectivamente, das linguagens *Ruby* e *Python*.

112

4.4 Integração com o *Google*

Ainda que todas as tecnologias mencionadas neste artigo fossem implementadas, haveria situações excepcionais para o Blaze, como, por exemplo, a entrada de uma pergunta que não estivesse em sua base de conhecimento. Como solução alternativa, o sistema poderia oferecer a pesquisa do assunto relacionado à pergunta diretamente no motor de pesquisa da web Google, sem que haja a necessidade de sair do ambiente de interação Blaze. Assim que o usuário encontrasse sua resposta, ele poderia indicar ao Blaze onde a encontrou. Nesse caso, o Blaze monitoraria constantemente os resultados de pesquisa do Google em seu próprio ambiente e, a cada página em que o usuário visualizasse, o Blaze perguntaria se ele encontrou o que procurava. Se o usuário respondesse positivamente, o Blaze armazenaria, em seu banco de dados, as informações relevantes àquela sessão e os dados da nova solução para aquele problema específico. Essa é mais uma forma de *feedback* do usuário, que faz com que o Blaze aprenda dinamicamente e apresente a solução aprendida posteriormente, quando outro usuário fizer um pergunta igual ou semelhante.

4.5 Aplicativo off-line

Até o momento, o Blaze estaria limitado a usuários com acesso à Internet, visto que o projeto prevê sua implantação em um servidor do IFFluminense, que pode ser acessado somente por meio da Internet (*on-line*). Com o intuito de ampliar a disponibilidade do sistema Blaze, pondera-se a criação de um aplicativo *off-line*, ou seja, sem a necessidade de conexão à Internet. Esse aplicativo pode ser implementado para funcionamento *on-line* e *off-line* em diversos dispositivos, como *notebooks*, *desktops*, *tablets* e *smartphones*. Esse aplicativo disponibilizaria os mesmos recursos do ambiente original do Blaze, porém adaptado e otimizado para cada dispositivo em particular, em diferentes plataformas, como *Android* e *iOS*.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou ferramentas e métodos de aprimoramento de um agente conversacional, ocasionalmente chamado Blaze, capaz de representar os processos de resolução de problemas de estudantes talentosos com vistas a apoiar outros estudantes na resolução de problemas matemáticos.

Existem inúmeras possibilidades de aprimoramento e de implementação de tecnologias que tornariam agentes conversacionais mais eficientes, inteligentes e dinâmicos. Em trabalhos futuros, pretende-se efetivamente implementar e implantar os métodos e as ferramentas apresentados no presente artigo, evidentemente suscetíveis à utilização de novos recursos.

113

REFERÊNCIAS

AGENTLAND. *Cybelle*. [S.I.: S.n.], 2002. Disponível em: <<http://www.agentland.com>>. Acesso em: 11 abr. 2011.

AGUIAR, E. V. B.; TAROUCO, L.; REATEGUI, E. Um Agente Conversacional para Aprimoramento das Habilidades de Resolução de Problemas. In: CONGRESO ARGENTINO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN - CACIC, 17., 2011, La Plata. *Anais...* La Plata: CACIC, 2011.

AGUIAR, E. V. B. *Aprimoramento das Habilidades Cognitivas de Resolução de Problemas com o Apoio de Um Agente Conversacional*. 200p. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio

Grande do Sul. Porto Alegre: RS, 2011.

A.L.I.C.E. *Artificial Intelligence Foundation*. [S.l.: S.n], 2011. Disponível em: <alicebot.org>. Acesso em: 11 abr. 2011.

ANDRE, E.; RIST, T.; MULLER, J. Employing AI methods to control the behavior of animated interface agents. *Applied Artificial Intelligence*, [S.l.], v. 13, n. 4-5, p. 415-448, may 1999.

BOTELHO, R. Uma visão Geral sobre Linguagens de Programação Dinâmicas (LPD). *Devmedia*, [Belém], 2011. Disponível em: <bit.ly/lOhrPS>. Acesso em: 11 dez. 2013.

KICZALES, et. al. *The Art of the Metaobject Protocol*. [S.l.]: The MIT Press, 1991.

K19 TREINAMENTOS. *Desenvolvimento Web com HTML, CSS e Javascript*. São Paulo, [2013?]. Disponível em: <bit.ly/19qPt70>. Acesso em: 11 dez. 2013.

LEONHARDT, M. D. *Dorothy*: um Chatterbot para treinamento de profissionais atuantes no gerenciamento de redes de computadores. 2005. Dissertação (Mestrado em Computação) – UFGRS, Porto Alegre, 2005.

114

MIKIC, et al. *An AIML-based Chatterbot which Works as an Interface among INES and Humans*. Spain: Telematics Engineering Department, University of Vigo, 2009.

MURRAY, T. Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of the State of the Art, Internat. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, v.10, p. 98-129, 1999.

SENDAG, S.; ODABASI, H. F. Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills. *Computers and Education*, v. 53, n. 1, p. 132-141, 2009.

VILA, A.; CALLEJO, M. L. Matemática para aprender a pensar: o papel das crenças na resolução de problemas. Porto Alegre: Artmed, 2006.

WALLACE, R. ALICE: Artificial Linguistic Internet Computer Entity: *The A.L.I.C.E A.I. Foundation [Blog]*. [S.l.: S.n.], 1995. Disponível em: <alicebot.blogspot.com>. Acesso em: 11 jul. 2014.

Ambientes complexos e redes sociais na educação: a complexidade como novo paradigma no processo de ensino aprendizagem

Andre Fernando Uébe Mansur

Instituto Federal Fluminense [auebe@iff.edu.br]

Doutor em Informática na Educação/ UFRGS

O termo Complexidade, quando percebido pela primeira vez, em geral, causa algum desconforto. Essa sensação advém da associação que é feita com outro termo: Complicado. Mas pode-se, aliviadamente, dizer que complicado não é sinônimo de Complexo uma vez que este último representa a ideia de algo que é “tecido em conjunto” enquanto que a primeira nos remete à ideia de “algo de difícil solução”.

Desfeita essa confusão inicial, faz-se importante destacar outro interessante aspecto: a importância que o conceito de Complexidade, juntamente com o de Redes Sociais Digitais (RSD)¹ tem para a Educação Contemporânea.

Pode-se entender Educação como a área que lida com os processos de desenvolvimento intelectual, moral e físico do ser humano, em um processo de ensino e aprendizagem que possibilita uma melhor integração e emancipação deste ser humano com a sociedade e consequentes benefícios para ambos (BELLONI, 2008).

Logo, promover a Educação, assim como buscar formas que possibilitem que esta se cumpra com mais plenitude, como mecanismo de melhoria social, é indiscutível.

Diversos são os métodos e os modelos utilizados para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem. Mas, indiscutível é a necessidade de reflexão sobre o fato de que tanto os métodos quanto as metodologias empregadas e discutidas representam uma apreensão parcial da realidade. E quais são alguns aspectos dessa realidade? Que necessidades se evidenciam, portanto?

Dos diversos pensadores que influenciaram o pensamento ocidental moderno, destaca-se um, em especial, o sueco René Descartes (Renatus Cartesius, em Latim), que deu rica colaboração nos campos da Ciência

¹ O termo Rede Social Digital (RSD) é adotado neste trabalho para referir-se a redes sociais estabelecidas com recursos computacionais, mediadas ou não pela Internet.

e da Filosofia. Dentre as diversas contribuições, tem-se o Racionalismo, uma corrente filosófica que se destacou por colocar a razão em pauta e, por conseguinte, serviu de corrente central do movimento liberal que revolucionou o mundo contemporâneo.

A importância de Descartes para o mundo moderno foi tão grande que suas influências filosóficas são fortes ainda hoje em nossa contemporaneidade. No contexto dessa influência filosófica, o Cartesianismo, um movimento intelectual surgido no século XVII e baseado no Racionalismo, permitiu ao ser humano contemplar a dualidade do universo em seus princípios extremos e opostos, sem uma necessária subordinação de um ao outro, como mente e corpo, espírito e matéria, entre outros. (DESCARTES, 2008). Tais conceitos permitiram o surgimento do Reducionismo que, no âmbito da ciência, traz a ideia de que todos os fenômenos podem ser reduzidos a explicações científicas. No contexto metodológico, remete à ideia de que os conceitos e as explicações científicas devem ser continuamente reduzidos a entidades mais simples, no intuito de se promover um melhor entendimento das mesmas (UÉBE MANSUR, 2011).

Daí, a ciência contemporânea, partindo das premissas reducionistas, gastou recursos em pesquisa para fragmentar a natureza, de modo a entendê-la por meio do estudo separado de suas partes pela razão de que, pelas bases filosóficas de Descartes, o entendimento do todo está, necessariamente, no entendimento das partes e, durante décadas, o ser humano enxergou o mundo apenas por suas partes constitutivas (BARABÁSI, 2002).

A sociedade do século XX manteve a tendência do século XIX, cuja mentalidade foi fortemente influenciada pelo método cartesiano, separando mente e matéria, além de impor um conhecimento dividido em campos especializados que, apesar de uma maior eficácia para o entendimento humano de uma área, promove uma visão fragmentada não somente da verdade e do mundo (BEHRENS, 2005).

Apesar de ter servido ao propósito de entender os superficiais tecidos que recobrem e se costuram compõendo o mundo, no período moderno, a visão puramente cartesiana, com uma estruturação de ideias fragmentadas, não consegue mais se conjugar de maneira a considerar o contexto humano e as situações relacionadas à essência da vida, da terra, do mundo e dos desafios por virem. E, portanto, mostra-se superficial e incompleta. Recentemente, pensadores e filósofos como Edgar Morin, Maturana e Varela, assim como Fritjof Capra, testemunham essa realidade de incompletude, trazendo uma nova visão de mundo.

Mas o processo do Pensamento Cartesiano de Descartes ao Pensamento Contemporâneo, que será discutido adiante, foi algo gradativo. Nesse percurso, pode-se destacar o biólogo austríaco Karl Ludwig von

Bertalanffy (1972) que, em 1937, apresentou sua Teoria Geral dos Sistemas. Por meio desta teoria, Bertalanffy propôs novos questionamentos sobre a necessidade de se ter uma abordagem científica global e sistêmica, que considerasse as relações de interdependências dos elementos que compõem um estudo, uma vez que esses elementos que formam as partes de um todo, não possuem as mesmas características sistêmicas quando analisados isoladamente. Desse modo, enquanto pela concepção Cartesiana o mundo é visto como uma coleção de elementos que se tornam o foco de estudo, na concepção Sistêmica, esses elementos passam a ser secundários em relação às suas interações. Para essa ciência, os elementos são redes de relações, embutidas em redes maiores e sem uma hierarquia clássica. (MORIN, 1999).

O conceito de Visão Sistêmica de Bertalanffy (1972), surgida na década de 30 dentro da Biologia, trazendo a ideia de regulação, de troca com o meio, desdobrou-se na década de 60, na área da Engenharia e da Economia, para a Cibernetica que, com Wiener (1968), tentou compreender a comunicação e o controle das máquinas, por meio de uma relação esquemática de entrada, processamento, saída e retroação. Novamente à Biologia, Maturana e Varela (1995) trazem, na década de 70, a ideia de Autopoiese que define a capacidade dos seres humanos de produzirem a si próprios. Nesse contexto, cada ser vivo se caracteriza como um sistema autopoietico dado por uma rede fechada de processos para produções moleculares que geram, a partir das interações entre as moléculas, a rede que as produziu. Na década de 80, Luhmann (1997), levando o conceito de Autopoiese para a Sociologia, idealizou a sociedade como um sistema autopoietico.

No contexto desse processo evolutivo do pensamento contemporâneo, destaca-se o trabalho de Capra (1996), que propôs uma convergência de ideias do pensamento tradicional oriental ao pensamento contemporâneo ocidental. Essas conexões trazidas por Capra, em suas diversas publicações e que foram fortemente refutadas pelos ramos ortodoxos religiosos, permitiram uma nova proposta de olhar à realidade do mundo, pelo mundo contemporâneo ocidental.

Fundamentando-se nessas reflexões, o presente capítulo tem por objetivo trazer ao debate questões relacionadas à percepção dos ambientes de aprendizagem acadêmica como Ambientes Complexos, assim como a possibilidade de aplicação de tecnologias computacionais, em especial as RSD, como instrumentos de incremento e de gestão destes ambientes de aprendizagem.

É apresentado, na seção 1, o conceito de Pensamento Complexo, trazido pelo filósofo francês Edgar Morin, seguida pela seção 2, na qual são descritos alguns desafios contemporâneos para a área da Educação. Na seção

3, é abordado o conceito de RSD no contexto dos Ambientes Complexos, assim como aplicações dessas redes para a aprendizagem nesses ambientes. E, na seção 4, têm-se as considerações finais.

I. O PENSAMENTO COMPLEXO

Na linha de pensadores contemporâneos, destaca-se, ainda, o antropólogo, sociólogo e filósofo francês Edgar Morin (Edgar Nahoum), considerado um dos grandes pensadores da Complexidade.

Na mesma percepção que seus antecessores e contemporâneos, Morin (1999) entendeu ser oportuno propor um conceito mais amplo à visão reducionista proposta pelo Pensamento Cartesiano. Morin considerou a necessidade de ter uma visão holística sobre um mesmo assunto, a necessidade de se abolir o “absolutismo da verdade” e a necessidade de se considerar a imprevisibilidade nos contextos biológico, sociológico, antropológico e planetário.

A essa nova maneira de pensar, Morin denominou Pensamento Complexo, e, nele, a ideia de Complexidade não se associa a “complicado”, mas ao que é tecido conjuntamente, em referência direta à palavra latina *complexus*.

Esse pensamento se estabelece por meio de uma percepção de diversos conceitos como: interdisciplinaridade dos sistemas complexos adaptativos, comportamento emergente sistêmico, complexidade das redes, teoria do caos, comportamento dos sistemas distanciados, equilíbrio termodinâmico e capacidade de se auto organizar dos sistemas.

Alguns princípios, complementares e interdependentes, podem ser apresentados, para se pensar a Complexidade (MORIN, 2006; MARTINS; SILVA, 2000):

- **Princípio Sistêmico ou Organizacional:** estabelece a ideia oposta ao Pensamento Cartesiano de que o todo deve ser fragmentado para poder ser compreendido. Pelo princípio sistêmico, que liga o conhecimento das partes ao conhecimento do todo, entende-se que o todo é mais do que a soma das partes e menos do que a soma das partes. O todo é mais que a soma das partes quando, em interação no todo, essas partes estabelecem uma relação sinergística que estabelece qualidades e propriedades que deixam de existir quando estas partes não se relacionam com as outras. E o todo é, também, menos que a soma das partes, quando as qualidades dessas partes são inibidas pela organização de conjunto;

- **Princípio Hologramático:** na ideia de holograma, na qual o ponto contém a quase totalidade da informação do objeto representado, evidencia-se a ideia de que a parte está no todo, mas o todo também está inscrito na parte. A exemplo tem-se a célula que é parte do todo (organismo humano), mas contém, em sua parte, o todo (o patrimônio genético que forma o todo por meio do DNA);
- **Princípio da Retroatividade:** ideia que se opõe ao Princípio de causalidade linear (a causa age sobre o efeito), ao estabelecer o conceito de que a causa age sobre o efeito que age sobre a causa. Essa retroatividade possibilita vislumbrar mecanismos sistêmicos de autorregulação que evidenciam que as novas causas que geram novos efeitos em um sistema sejam decorrentes de ajustes de efeitos anteriores às causas geradoras;
- **Princípio da Recursividade:** conceito que amplia a noção de regulação pela noção de autoprodução e auto-organização ao definir que os produtos e os efeitos são produtores e causadores do que os produz. A recursividade é o princípio complexo que define a capacidade da organização em organizar-se em si e, por conseguinte, imprime a autossustentabilidade e a endocausalidade do “Movimento Organizacional”. A exemplo tem-se que os indivíduos humanos produzem a sociedade por suas interações sociais ao mesmo tempo em que a sociedade, por meio de um apporte linguístico e cultural, produz a humanidade do indivíduo emergente, em um ciclo evolutivo;
- **Princípio da Autoecoorganização:** a partir do Princípio da Recursividade, que estabelece a ideia de autoprodução e auto-organização incessante dos indivíduos, estabelece a ideia de uma dependência do indivíduo (auto) ao seu ambiente (ekos) pela necessidade de extrair a energia, a informação e a organização deste. Esta relação auto ekos, pautada pela organização, define a ideia de Ecossistema, considerando-o com o indivíduo (e, não menos, o indivíduo). Assim, essa ideia traz a noção de indissociabilidade entre o indivíduo e o ecossistema. Ilustra-se o fato com a ideia da autonomia humana desenvolvida na dependência da cultura, e pela autonomia da sociedade que se desenvolve na dependência do meio geoecológico. A ideia de Autoecoorganização pressupõe uma regeneração das partes a partir da morte de suas partes (renovação), estabelecendo uma complementariedade (dialogia) em lugar de antagonismo (dialética), no conceito de morte e vida;
- **Princípio da Dialogia:** estabelece a união de princípios ou a noção

do antagônico, mas indissociável. Leva, daí, ao conceito dialógico (ordem/ desordem/organização) das estruturas organizacionais. Pela dialógica, torna-se possível associar racionalmente noções contraditórias para a concepção de um mesmo fenômeno Complexo. A exemplo tem-se a ideia dialógica no entendimento conceitual da luz, levando à necessidade de se ver em partículas físicas ao mesmo tempo como corpúsculos e como ondas. Sob o conceito dialógico ilustra-se, ainda, a questão do indivíduo humano que se estabelece como um ser separado e autônomo (desaparecendo a espécie ou sociedade à qual pertence), mas que desaparece quando se considera a espécie e a sociedade a que pertence. Sob a égide do Pensamento Complexo, torna-se possível assumir como contextualmente indissociáveis dois termos que tendem conceitualmente a se excluir e, por meio dessa possibilidade de uma associação racional de ações contraditórias, torna-se possível conceber um fenômeno complexo;

- **Princípio da Reintrodução:** introduz a ideia de que todo o conhecimento é uma reconstrução/tradução espiral de um indivíduo imerso em uma determinada cultura e numa determinada época. Esse princípio baseia-se em três aspectos: a junção dos contrários (Dialógica), a solidarização dos conhecimentos dicotomizados e o sujeito cognoscente (que é um sujeito epistemológico, ativo) que reflete e age sobre o conhecimento e que, por não estar fechado no local e no particular, pode favorecer o senso de responsabilidade e de cidadania, levando a solidariedade entre as pessoas.

120

Pelo Pensamento Complexo concebe-se que qualquer atividade dos seres vivos é guiada por quatro premissas que promovem um “Movimento Organizacional”, dado por um Tetragrama Organizacional e que tem estreita relação com o Princípio da Recursividade. Esse Tetragrama, que só pode ser logicamente concebido por meio da dialógica, estabelece uma relação organizacional de Ordem, Desordem, Interação e (Re) Organização.

Para Morin (2005), o conceito de Organização deve ser entendido por meio da noção de uma reorganização permanente de um sistema que, naturalmente, se desorganiza e que se reorganiza em relação a si mesmo (autorreorganização) e a outros sistemas do ecossistema (Autoecoorganização). Ou seja, ampliando a ideia de *inputs* (entradas) e *outputs* (saídas) sistêmicos, trazida pela Teoria Geral dos Sistemas, o conceito de Organização de Morin associa essas entradas e saídas a uma atividade organizacional que caracteriza a organização como transformadora, produtora que, por meio da homeostase

(retroações reguladoras), se auto-organiza.

A partir dessa noção de transformação e geração e auto-organização sistêmica, ressalta-se o equívoco que se comete ao se associar, linearmente, a desordem a algo ruim no sentido degenerativo. A desordem, um fenômeno que leva à desorganização, à desintegração, à morte é algo que melhor se associa à ideia de eventualidade, acaso e mudança. Daí tem-se, também, que a ordem está longe de ser algo certo, determinístico sendo somente probabilístico.

A “teia” que estabelece a relação desses fenômenos, promovendo o “Movimento Organizacional”, é dada pelas interações que exprimem o conjunto das relações, ações e retroações se tecem em um sistema complexo.

2. DESAFIOS DA EDUCAÇÃO NA SOCIEDADE COMPLEXA CONTEMPORÂNEA

A Revolução Industrial, na metade do século XIX, gerou um modelo produtivo rígido, hierárquico, mecanizado, no qual o trabalhador perdeu grande parte de sua capacidade reflexiva, assim como sofreu um atrofiamento na sua visão sistêmica. Essas mudanças foram decorrentes das técnicas produtivas industriais. Enquanto no processo de produção artesanal o trabalhador adquiria uma visão ampla e sistêmica de suas atividades, no processo de produção industrial o aprendizado ficou restrito a conhecimentos mínimos e especialistas.

Na área da Educação, o cenário não foi muito diferente. Atendendo aos desafios científicos e econômicos, as universidades se transformaram. Esse processo de transformação iniciou-se em 1809, em Berlim, pelo geógrafo, naturalista e explorador alemão Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von Humboldt, por meio de um modelo universitário, laico, quando foram criados departamentos que abarcaram as ciências emergentes. No modelo de Humboldt, a ideia era de que a formação profissional (inerente ao ensino técnico) não deveria ser de vocação das universidades, uma vez que esta seria uma vocação indireta, dado o caráter de pesquisa dessas instituições acadêmicas. Esse modelo ajudou as universidades a saírem de um contexto medieval e se adequarem ao moderno, mas não conseguiram alcançar a necessidade, atualmente indispensável, da integração da cultura humanística e científica.

A distinção entre a cultura humanística e a científica se dá pelo entendimento de que a primeira é genérica e, pela via da filosofia, do ensaio, do romance, promove a inteligência geral, que enfrenta os grandes questionamentos humanos e estimula a reflexão sobre o saber,

favorecendo a integração pessoal dos conhecimentos. A segunda separa as áreas de conhecimento, resultando em descobertas e teorias magníficas, mas desprovidas de uma reflexão acerca de evolução do ser humano e da ciência por ele desenvolvida. Para Edgar Morin (2003), a origem dessa cisão na atualidade advém dos modelos de ensino institucionalizados que propõem uma premissa de isolamento dos objetos ou ambientes para serem estudados, assim como uma fragmentação das disciplinas em detrimento ao estudo de suas correlações e uma desassociação dos problemas, em vez de buscar estudá-los de maneira integradora e integrada. Nessas condições, o discente perde as aptidões naturais para contextualizar os saberes e integrá-los no conjunto ao qual pertencem.

Logo, a Educação Contemporânea tem um problema prático que se refere ao desafio de reorganizar o saber, por meio de uma democracia cognitiva, como premissa para uma cidadania plena, a fim de se evitar um “domínio do saber”. Por meio de uma hiperespecialização (que se dá pela separação, fragmentação e compartmentalização, entre disciplinas no currículo acadêmico), o saber se torna um monopólio de técnicos e especialistas com uma linguagem inacessível ao cidadão comum. Outro desafio se refere à redução do abismo que há entre esse modelo acadêmico comumente adotado, sob as premissas da hiperespecialização, e a necessidade real de se lidar com problemas cada vez mais polidisciplinares, transversais, multidisciplinares, transnacionais, globais e planetários.

Assim como a Física que se renovou partindo do pensamento newtoniano-cartesiano para novas abordagens como o pensamento quântico de Einstein, a Educação se vê na necessidade de repensar seus modelos educacionais no intuito de promover a religação de saberes. A partir daí, vislumbra-se um novo paradigma que contribui para uma nova visão de mundo e, consequentemente, da Educação e seus desdobramentos práticos:

O novo paradigma pode ser chamado de uma visão de mundo holística, que concebe o mundo como um todo integrado, e não como uma coleção de partes dissociadas. Pode também ser denominado visão ecológica [sic], se o termo 'ecológico' for empregado num sentido mais amplo e mais profundo que o usual (CAPRA, 1996, p. 230-233).

Dessa percepção holística, faz-se necessário considerar não somente os sistemas (relação entre partes), ou os ecossistemas (relação entre os sistemas), mas o Holístico (relação entre os ecossistemas) que, no conceito

da Biologia, seria a Biosfera. Torna-se necessário, portanto, não só estudar os conteúdos explícitos das disciplinas, mas também considerar todo o contexto das mesmas (inclusive condições culturais e sociais), assim como seus ciclos de vida (nascimento, problematização, caducidade e transformação adaptadora) e sua meta disciplinaridade, que se dá pela consideração do que está além das disciplinas, que é a visão não só do “problema da disciplina”, mas, igualmente, do “problema da ciência” e o “problema da vida” que fazem parte do contexto das mesmas. Torna-se indispensável considerar as interações sociais entre os atores desse processo educacional (discentes, docentes, instituição e sociedade) uma vez que a “[...] sociedade não está entregue somente, sequer principalmente, a determinismos materiais; ela é um mecanismo de confronto / cooperação entre indivíduos sujeitos, entre os nós e os Eu” (MORIN, 2003, p. 1486-1489).

A apreensão desses paradigmas torna-se indispensável a um saudável processo educacional uma vez que se têm as organizações e seres vivos como Sistemas de ambientes e ecossistemas complexos. Logo, não considerar essas premissas é incorrer no risco de se analisar e agir parcialmente em relação aos fatos, por uma visão míope e mutilada da realidade.

Esses problemas atuais só podem ser pensados, em suas particularidades, se corretamente contextualizados. A compartmentalização das disciplinas, como entidades praticamente autônomas e independentes, dentro do contexto geral acadêmico, só prejudica esse processo, uma vez que tal retalhamento torna praticamente impossível a apreensão do que é “tecido junto” (do complexo). Tais desafios vão ao encontro da finalidade maior da educação que é a de auxiliar os indivíduos a enfrentar a vida, a lidar com as incertezas, a reformular as ideias para considerar os problemas fundamentais e globais, levando sempre à compreensão humana.

Nesse aspecto, as Instituições de Ensino deixam de ser lecionadoras para serem gestoras do conhecimento, conciliando seu papel de conservar, memorizar, integrar e ritualizar um patrimônio cognitivo com a necessidade de promover os valores intrínsecos a uma cultura universitária, como a autonomia da consciência, problematização, primado da verdade sobre a utilidade e a ética do conhecimento. Para isso, é necessário que desenvolvam projetos, levantem dados e realizem um planejamento estratégico a médio e longo prazo, promovendo sua própria inovação e reestruturação, por meio de caminhos dialógicos.

Como premissas educacionais para fomentar essas mudanças, considerando-se obviamente a realidade das RSD, destacam-se algumas características inerentes à Educação do século XXI, propostas por Morin (2000):

- inclusão do ensino das incertezas em todas as ciências, um campo de estudo considerado na Física, nas ciências da evolução biológica e nas ciências históricas, de modo que o discente incorpore, em seu saber, o conhecimento de uso de estratégias que permitiriam enfrentar os imprevistos, o inesperado e a incerteza, modificando seu desenvolvimento, a partir das informações advindas da experiência pessoal e profissional;
- rompimento com a ideia de que o Pensamento Cartesiano é o único caminho para se promover o conhecimento, pois tê-lo como uma panaceia universal para o saber, abrindo mão do Pensamento Complexo, é promover uma supremacia do conhecimento fragmentado, disciplinar, impedindo que os indivíduos vislumbrem o vínculo entre as partes e as partes e o todo. Assim, o indivíduo deixa de vivenciar um modo de conhecimento capaz de apreender os objetos em seu contexto e sua Complexidade. Deixa de estabelecer as relações mútuas e retroativas entre as partes e o todo em um mundo complexo;
- ensino da Ética Humana, não por lições de moral exógenas, mas endógenas ao indivíduo, despertando sua consciência para a percepção do ser humano como um ser que é, ao mesmo tempo, indivíduo, parte da sociedade, parte da espécie e que se autoe organiza nesses contextos. Torna-se, então, apto a se referenciar no contexto, no global, no multidimensional e no complexo, sendo capaz de resolver problemas gerais e essenciais;
- uso dos conhecimentos gerais em superação dos paradigmas vigentes que se pautam na dispersão, na desunião e na fragmentação das realidades globais e complexas pela hiperespecialização do conhecimento e dos saberes, que decorrem de uma ênfase excessiva nos conhecimentos especializados e, muitas vezes, pautados em falsa racionalidade;
- compreensão do humano por meio de um pensamento policêntrico, que se dá pela compreensão da sua unidade na diversividade e da sua diversividade na unidade, nas esferas individual, social e cultural;
- estudo e exame da complexidade humana dada pelas infantilidades, neuroses, delírios e racionalidades que constituem o estofo do Homus Complexus.

Essas características levam, também, à necessidade de se trabalhar um perfil discente de maneira que neste se contemplem as premissas denominadas por Delors (1998), como os Quatro Pilares da Educação:

- **Aprender a conhecer:** momento quando o discente tenha uma

visão holística e abrangente, por meio de uma cultura geral vasta, mas com o domínio profundo de um pequeno número de assuntos;

- **Aprender a fazer:** que consiste não só na aprendizagem profissional, mas em uma competência profissional mais ampla que permita ao indivíduo enfrentar contingências de maneira satisfatória e colaborativamente;
- **Aprender a conviver:** que consiste na aprendizagem no campo de atitudes e valores que levem a uma consciência reflexiva e ativa no combate ao preconceito, às rivalidades diárias do dia a dia;
- **Aprender a ser:** quando o discente possa se autodescobrir e aplicar os seus talentos a favor de si e da coletividade.

3. AS REDES SOCIAIS DIGITAIS [RSD] EM AMBIENTES COMPLEXOS DE APRENDIZAGEM

Conforme Uébe Mansur (2011), no final do século XX, mais precisamente no meado da década de 90, os Movimentos Organizacionais se tornaram mais complexos a partir do surgimento de uma nova demanda da sociedade contemporânea: as Redes Sociais Digitais (RSD).

Uma Rede Social pode ser entendida como uma estrutura social de pessoas e de organização que se inter-relacionam de maneiras diversas, estruturando-se de maneira hierárquica ou não e partilhando iguais valores e propósitos (UÉBE MANSUR, 2011; BARABÁSI, 2002).

Com o amplo desenvolvimento da Internet, na segunda metade da década de 90 e, com ela, o surgimento de todo um tecido virtual e digital que recobre a sociedade contemporânea, essas inter-relações se ampliaram para o novo ambiente, permitindo o surgimento das RSD.

Conforme Uébe Mansur (2011), as RSD se caracterizam por um ambiente totalmente digital, intermediado pelo computador, e estruturadas por ferramentas computacionais que permitem uma inter-relação de pessoas e de organizações em uma amplitude e uma velocidade nunca antes imaginadas pela humanidade.

No contexto social, as RSD representam uma ampliação das inter-relações humanas e organizacionais, ao encontro de uma proposição de um Ambiente Social Complexo e, ao mesmo tempo, de um movimento retroativo de representação e de ampliação dessa complexa relação social por meio dos recursos computacionais digitais.

No contexto das Ciências, as RSD mostram-se como um elemento de estudo cujos preceitos metodológicos, baseados em premissas cartesianas e reducionistas, não mais dão conta de estudar e entender.

No contexto da Educação, as RSD representam um novo paradigma que promovem novos desafios ao proporcionarem a necessidade de metodologias que pensem modelos e métodos mais adequados para lidar com essa nova realidade. Nessa, mudanças no pensar e no fazer da área de Educação, advindas do Pensamento Complexo e das RSD, se fazem necessárias, assim se propõe o debate desses assuntos.

Esse contexto (re)volucionário pode ser exemplificado por alguns trabalhos que vão ao encontro dessa nova realidade que converge, na Educação, o Pensamento e as RSD, como descrito a seguir.

3.1 Rede de Saberes Coletivos [ReSa]²

A ReSa, um ambiente open source e gratuito, concebida a partir do framework Elgg, para desenvolvimento de redes sociais digitais, foi criada por Uébe Mansur (2011), como proposta de uma pesquisa de doutorado interinstitucional entre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFFluminense), com apoio do CNPq, cuja finalidade inicial foi a de propor um Ambiente Complexo de Aprendizagem em Rede, como proposta pedagógico para Estágios Supervisionados em Cursos de Administração. Atendendo às premissas iniciais de estudo, atualmente o ambiente conta com a participação de diversas instituições de ensino ou não que encontram no mesmo um local adequado para intercâmbio de saberes acadêmicos. O ambiente contém uma variedade de ferramentas que não são comuns a outras RSD que não são voltadas à aprendizagem colaborativa como, por exemplo, o Fórum Cascating, um recurso de hierarquização dos debates ocorridos entre os membros de comunidades na rede, conforme ilustra a figura 1.

² Disponível em: <<http://resa.net.br> ou <http://resa.iffl.edu.br>>.



Figura 1 - ReSa - Ferramenta de Forum Cascating

Fonte: RESA, 2014 em <<http://resa.net.br>> ou <<http://resa.ifff.edu.br>>.

3.2 ICOX

127

O ICOX é uma plataforma cliente servidor, *open source* e gratuita, criada no Centro de Referência em Inteligência Empresarial (CRIE) por Cavalcanti (2007) e mantida pelo Instituto de Inteligência Coletiva (ICO), da COPPE/UFRJ. O ICOX possui uma interface bastante parecida com a adotada pela rede social Orkut³.

A partir do ICOX, o usuário tem disponível, em um único ambiente, uma série de ferramentas como blogs, chats, comunidades, enquetes, entre outras, facilitando o compartilhamento de ideias e a troca de conteúdo midiático. Tendo o apoio de instituições como Fundação Carlos Chagas, FINEP, FAPERJ e Programa Rio Inovação, o projeto possui módulos para acessibilidade a portadores de deficiência visual e a equipamentos móveis (*handhelds* e telefones celulares). A figura 2 ilustra a tela de boas vindas do ambiente.

³ Endereço eletrônico: <<http://www.orkut.com>>.

**Figura 2 - ICOX - tela de boas vindas**

Fonte: Uébe Mansur, 2011, p. 42.

3.3 Livemocha

O Livemocha se propõe, como uma plataforma de redes sociais, ao ensino de línguas estrangeiras, dispondo aos usuários possibilidades interacionais. A plataforma possui diversas ferramentas gratuitas como Bate Papo, Conhecer uma Cultura e Ajude no aprendizado de outro usuário. Outras, como o Curso de Línguas ou Atendimento Personalizado, funções que não estão diretamente associadas à relação em rede entre os usuários, são pagas por meio de uma moeda virtual denominada Token, conforme figura 3.

128

The screenshot of the Livemocha homepage features several sections. At the top, there is a banner with the text 'Explore o mundo através da prática e aprendizagem de idiomas de pessoas em mais de 190 países.' Below this, there is a 'De Nossa Blog' section with an article titled 'Dia de Letramento - "The Children's Object book"'. To the right, there is a 'Para Organizações' section with the text 'Livemocha oferece soluções para empresas, instituições de ensino e organizações governamentais.' Further down, there is a 'Como Funciona' section with the text 'Treinamento em Grupo Ao Vivo, Orientado por um instrutor'. At the bottom of the page, there are links for 'Comunidade', 'Produtos', 'Sobre', 'Mais Informações...', and social media icons for YouTube, Facebook, and Twitter.

Figura 3 - Livemocha – tela de boas vindasFonte: LIMOCHA, 2014 em <<http://limocha.com>>.

3.4 Forchat

O Forchat desenvolvido no Laboratório de Estudos sobre Linguagem Interação Cognição da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LELIC/UFRGS) se propõe a ser um ambiente multimodal (*Chat*, Fórum e Mural).

Esse recurso se propõe a permitir uma construção conceitual, colaborativa e criativa, buscando promover um espaço dialógico para produção de autoria.



Figura 4 - Forchat – tela de boas vindas

Fonte: FORCHAT LELIC, 2014 em <<http://lab.lelic.ufrgs.br/forchat/index.htm>>.

129

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sociedade complexa contemporânea caracteriza-se por problemas que se situam em um nível global e onde “[...] todos os seres humanos, apesar de viverem situações diferentes, têm os mesmos problemas fundamentais de vida e morte” (MORIN, 1999, p. 149-152). Daí, torna-se necessário, como pressuposto para a ocorrência dos Princípios da Complexidade, uma estrutura social organizada em redes, o que inevitavelmente leva a uma demanda por gerenciamento das mesmas. Sob o aspecto social, esse gerenciamento passa, retroativamente, pela necessidade de se promover pelas redes uma sociedade extremamente complexa, na qual os indivíduos ou grupos possuem liberdades, capacidade e criatividades amplamente exploradas. Assim, toda a questão de gerenciamento de redes sociais perpassa pelo questionamento sobre como conciliar a autonomia de liberdade, de responsabilidade, mantendo-se um elo social forte sem ter que se reportar a um poder de coerção, policiamento do qual um mínimo se faz necessário (MORIN, 2002).

As RSD, um desdobramento das redes sociais mediadas pelo computador, podem apoiar o fomento e o desenvolvimento de Ambientes Complexos de Aprendizagem, sem se furtar da importância de metodologias

que permitam o desenvolvimento de métodos e procedimentos pedagógicos adequados a essa nova realidade na área da Educação. Isso é possível pelo fato de que as mesmas podem atuar como facilitadores à promoção dos Princípios da Complexidade, conforme apresentado por Uébe Mansur (2011) e demais autores apresentados neste texto.

Não se tem com os aspectos teóricos expostos, assim como com os exemplos apresentados, a intenção de esgotar as possibilidades acadêmico-pedagógicas que se evidenciam ao se despertar para o debate da Complexidade e das RSD na Educação. Busca-se, sim, fazer uma provocação que leve a futuras discussões acerca dessas possibilidades, assim como estimular o debate e as novas ideias sobre as possibilidades teóricas e práticas que aqui se vislumbram.

REFERÊNCIAS

BARABÁSI, A. L. *Linked: A nova ciências dos networks*. São Paulo: Editora Leopard, 2002.

BEHRENS, M. A. *O paradigma emergente e a prática pedagógica*. 3. ed. Petrópoli, RJ: Vozes, 2005.

BELLONI, M. L. (Org.) *Educação a Distância*. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

BERTALANFFY, L. *Teoria Geral dos Sistemas*, Petropólis, RJ: Vozes, 1972.

CAPRA, F. *A teia da vida: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. [Versão para Kindle e-reader]. São Paulo: Cultrix, 1996.

CAVALCANTI, M. *O Conhecimento em Rede: como implantar projetos de inteligência coletiva*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

DESCARTES, R. *Discurso do Método*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

MARTINS, F. M.; SILVA, J. M. *Para navegar no século 21: Tecnologias do imaginário e da cibercultura*. Porto Alegre: Edipucrs / Sulina, 2000.

MATURANA, H., VARELA, F. *A árvore do conhecimento: As bases biológicas do conhecimento humano*. Campinas: Psy, 1995.

MORIN, E. Introdução ao Pensamento Complexo. Porto Alegre: Sulina, 2006.

_____. Ciência com consciência. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

_____. A cabeça bem feita: Repensar a reforma, reformar o pensamento. [Adaptado para Kindle e-Reader]. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

_____. Educação e Cultura. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E CULTURA, 2002, São Paulo. Anais... São Paulo: SESC Vila Mariana, 2002.

_____. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

_____. Da necessidade do Pensamento Complexo. In: MARTINS, F. M.; SILVA, J. M. da (Org.). Para Navegar no Século 21: Tecnologias do Imaginário e Cibercultura. Porto Alegre: Sulina, 1999. p.13-36.

UÉBE MANSUR, A. F. Percursos Metodológicos à Complexidade em Ambientes de Aprendizagem em Rede: Uma proposta pela Rede de Saberes Coletivos (ReSa) em curso de Administração. 2011. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2011.

WIENER, N. Cibernética e sociedade: o uso humano de seres humanos. São Paulo: Cultrix, 1968.

Tecnologias digitais na matemática: tecendo considerações

Gilmara Teixeira Barcelos

Instituto Federal Fluminense [gilmara@iff.edu.br]

Doutora em Informática na Educação/UFRGS

Silvia Cristina Freitas Batista

Instituto Federal Fluminense [siluiac@iff.edu.br]

Doutora em Informática na Educação/UFRGS

As tecnologias digitais (TD) podem trazer contribuições para a educação formal, enriquecendo as situações de aprendizagem em sala de aula e ampliando as possibilidades de pesquisa. Tais tecnologias possibilitam experimentações, muitas vezes difíceis de serem realizadas sem o uso das mesmas, colaboram em atividades de investigação, permitindo análises críticas e estabelecimento de hipóteses e, entre outras ações, facilitam visualizações, manipulações e levantamento de informações.

Não há dúvidas, entretanto, de que, mesmo quando o processo de ensino e aprendizagem não considera o uso de TD, aprendizagens continuam ocorrendo, como afirmam Klopfer et al. (2009). Porém, observa-se, nesse caso, um descompasso entre a forma como os alunos são ensinados na escola e o contexto do mundo exterior, com suas características e necessidades (KLOPFER et al., 2009). Assim, é fundamental que a educação considere as tecnologias emergentes tanto para diminuir esse afastamento quanto para facilitar a construção de conhecimentos.

Nesse contexto, é importante ressaltar que o uso pedagógico das TD está diretamente relacionado às concepções pedagógicas dos professores. Dessa forma, é essencial que ocorram iniciativas direcionadas à formação inicial e continuada desses profissionais, tendo em vista a integração de recursos digitais ao contexto escolar.

Em particular, na Matemática, diversas pesquisas têm sido promovidas (BOTTINO; KYNIGOS, 2009; GOOS, 2010; CLARK-WILSO; OLDFNOW; SUTHERLAND, 2011; BARCELOS, 2011; DRIJVERS, 2012; AZEREDO; BATISTA, 2013; HARTLEY; TREAGUST, 2014) analisando como as TD podem contribuir para a aprendizagem dessa área do conhecimento. O foco deste capítulo reside justamente nessa questão, Matemática e o uso de TD, tendo como objetivo principal tecer algumas considerações sobre a mesma, oriundas de

experiências vivenciadas em sala de aula e em atividades de pesquisa.

As autoras do presente capítulo utilizam TD em aulas de disciplinas matemáticas há muitos anos e, em particular, uma disciplina merece destaque: *Educação Matemática e Tecnologias* (EMT), ministrada, desde 2004, na Licenciatura em Matemática do IFFluminense campus Campos-Centro, tendo por objetivo geral analisar e experimentar TD na construção de conhecimentos matemáticos. Além disso, as autoras também coordenam o projeto *Tecnologias de Informação e Comunicação no Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática*, desenvolvido na mesma instituição anteriormente citada, desde 2003, tendo por objetivo principal investigar possibilidades de uso de TD em práticas pedagógicas, no Ensino Médio. Assim, busca-se, neste capítulo, promover algumas reflexões baseadas na experiência obtida em tais ações.

Considerando o referido objetivo, são discutidos, na seção 1, aspectos relacionados ao uso de TD na Matemática, segundo a literatura da área. Na seção 2, são descritas atividades do projeto de pesquisa mencionado, destacando como o trabalho de pesquisa influencia no contexto de sala de aula e vice-versa. Na seção 3, relatam-se ações realizadas na disciplina EMT e em outras disciplinas de Matemática ministradas pelas autoras. Na seção 4, são tecidas considerações sobre o uso de TD na Matemática, tendo por base a experiência oriunda das ações descritas. Encerrando o capítulo, a seção 5 apresenta observações finais sobre o tema focalizado.

133

I. MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS DIGITAIS

É possível identificar uma grande variedade de TD direcionadas ao processo de ensino e aprendizagem de Matemática, tais como (CLARK-WILSON; OLDKNOW; SUTHERLAND, 2011): i) programas gráficos; ii) recursos para Geometria Dinâmica; iii) linguagens de programação; iv) planilhas; v) programas para manipulação de dados e ferramentas dinâmicas para Estatística; vi) sistemas computacionais algébricos; vii) programas de coleta e registros de dados, como detectores de movimento e GPS; viii) programas de simulação.

Na aprendizagem de Matemática, o uso das TD permite dar maior destaque ao papel da linguagem gráfica, relativizando a importância do cálculo e da manipulação simbólica (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003). Segundo uma pesquisa européia¹ (BALANSKAT; BLAMIRE; KEFALLA, 2006) 86% dos professores entrevistados declararam que os alunos se mostram

¹ Esta pesquisa realizou uma revisão bibliográfica centrada em 17 estudos que analisam o impacto educacional das Tecnologias da Informação e Comunicação em escolas da Europa.

mais motivados e atentos quando são usados computadores e Internet nas aulas. Além disso, afirmaram que o desempenho dos alunos em diversos temas e nas habilidades consideradas básicas (cálculo, leitura e escrita) melhora com o uso de TD.

Embora as TD tenham um grande potencial a ser explorado na aprendizagem, em particular na de Matemática, ressalta-se que, por si só, estas tecnologias não são a solução para os problemas educacionais. A mudança não está na tecnologia em si, mas nas novas relações que esta propicia e, nesse sentido, é fundamental que ocorra um redimensionamento do papel do professor e do aluno: foco no aprender; professor como promotor de intervenções e orientações baseadas em observações sociocognitivas dos alunos; atenção às relações que emergem das interações (VALENTINI; SOARES, 2005).

Drijvers (2012), a partir da análise de estudos relacionados a seis campos de aplicação de TD na Educação Matemática, afirma que a integração da tecnologia nessa área é uma questão complexa. Segundo o autor, três fatores são decisivos para o sucesso ou fracasso dessa integração: o *design*, o papel do professor e o contexto educacional. O fator *design*, segundo o autor, diz respeito não só à concepção da TD envolvida, mas também à de tarefas e atividades correspondentes, bem como das aulas e do ensino de maneira geral.

Em relação ao papel do professor, o autor destaca que a integração da tecnologia na Educação Matemática não reduz a importância do professor. Este, na verdade, passa a ter outras funções, como a de estruturar as situações de aprendizagem com o uso de tecnologias. No entanto, isso implica um processo de desenvolvimento profissional que deve incluir uma fundamentação teórica em termos de *Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK*² (DRIJVERS, 2012).

O terceiro fator diz respeito ao contexto educacional e inclui práticas matemáticas e planejamento pedagógico. Segundo Drijvers (2012), é fundamental que o uso da tecnologia digital seja incorporado em um contexto educacional coerente, no qual a este recurso seja integrado de forma natural. Além disso, levar em conta o contexto educacional implica atenção para aspectos importantes como motivação e envolvimento dos alunos. Também é fundamental considerar que a forma de avaliação deve estar em consonância com as atividades propostas.

Os três fatores considerados, embora pareçam triviais, não podem ser desconsiderados, pois a influência dos mesmos nos resultados obtidos é significativa (DRIJVERS, 2012).

Assim como Drijvers (2012), Bottino e Kynigos (2009) também analisaram estudos envolvendo TD e Educação Matemática. No entanto, o foco desses

² Define-se TPACK como o conhecimento que os professores necessitam ter para ensinar com e sobre tecnologias nas diversas áreas do conhecimento, incluindo a discussão de questões pedagógicas sobre o uso das TD no estudo de conteúdos (MISHRA; KOEHLER, 2006).

autores foi identificar como as pesquisas nesse campo estavam evoluindo ao longo do tempo, no contexto europeu, a partir de experiências do projeto de pesquisa TELMA³. Nesse sentido, Bottino e Kynigos (2009) identificaram quatro amplas categorias de pesquisa que, em linhas gerais, buscam investigar:

- mudanças ocorridas no currículo de Matemática como consequência da ampla difusão de novas tecnologias;
- o ensino de temas matemáticos nos cursos de Ciência da Computação e também fora do sistema de ensino, por exemplo, no local de trabalho;
- o desenvolvimento e utilização de TD como ferramentas mediadoras do processo de ensino e aprendizagem de Matemática;
- o estudo de processos educacionais relacionados à Matemática, desenvolvidos em ambientes de aprendizagem altamente tecnológicos.

No entanto, Bottino e Kynigos (2009) ressaltam que, com os avanços tecnológicos, juntamente com a evolução dos quadros teóricos de referência, houve, na Europa, uma mudança progressiva do foco no conteúdo para os métodos e princípios de elaboração de mídia digital, assim como para o processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a maior parte das pesquisas mais recentes tem sido voltada para a terceira e quarta categorias apresentadas, direcionadas à concepção ou utilização de TD como ferramentas de apoio a processos de ensino e aprendizagem mais inovadores e ao estudo dos mesmos, incluindo o apoio que deve ser dado aos professores.

Tomando por base a pesquisa de Bottino e Kynigos (2009), Azeredo e Batista (2013) analisaram 35 artigos completos relacionando Matemática e TD, publicados nos anais do SBIE⁴ (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação). As referidas autoras objetivaram, a partir do referido estudo, apresentar um breve panorama das pesquisas envolvendo Matemática e o uso pedagógico de TD no Brasil. A análise dos artigos possibilitou a identificação de três grandes áreas de pesquisa:

- descrição de TD desenvolvidas para o estudo de algum tema matemático (ou de métodos e requisitos para a elaboração dessas TD), podendo incluir testes de experimentação;
- análise de experiências de uso de TD como ferramentas de apoio ao processo de ensino e aprendizagem de temas matemáticos;
- propostas de metodologias para utilização de TD no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

³ *Technology Enhanced Learning in Mathematics* - projeto que envolveu equipes de pesquisadores de diversas instituições de pesquisa da Europa, no período de 2003 a 2007, visando promover a elaboração conjunta de conceitos e métodos para a aprendizagem com TD. Endereço eletrônico: <<http://www.itd.cnr.it/telma/>>.

⁴ O SBIE é um evento da área de Informática na Educação no Brasil, promovido anualmente pela Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

Segundo Azeredo e Batista (2013), as pesquisas analisadas seguem a tendência europeia, identificada por Bottino e Kynigos (2009). Ou seja, as 35 pesquisas brasileiras analisadas são direcionadas ao desenvolvimento ou utilização de TD como ferramentas de apoio à melhoria do processo de ensino e aprendizagem ou à elaboração de metodologias para os processos relacionados. No entanto, foi possível observar uma predominância de pesquisas focalizando a apresentação de recursos digitais para temas matemáticos (ou de métodos e requisitos para a elaboração desses recursos). Porém, Azeredo e Batista destacam que essa predominância pode estar associada às próprias características do evento (SBIE), que busca debater temas inovadores, envolvendo necessidades de avanços computacionais para a educação.

Além da evolução das pesquisas em si, observa-se a preocupação de inúmeros membros da comunidade matemática com o uso pedagógico de TD. Preocupação esta que também está presente em Goos (2010), quando questiona, em seu trabalho, o que, de fato, é esperado ao utilizar TD em aulas de Matemática. Segundo a referida autora, dependendo da concepção de educação adotada, o uso de TD pode ter por foco ajudar o aluno a obter respostas mais rápidas e precisas ou melhorar a forma como o mesmo aprende Matemática. Assim, a maneira como professores se posicionam em relação a essa questão pode ser, inclusive, esclarecedora, permitindo revelar crenças mais profundas, desses profissionais sobre a compreensão do papel da Matemática.

Goos (2010) defende que, para os alunos, o conhecimento matemático é algo fluido, constantemente construído à medida que os mesmos interagem com ideias, pessoas e seu ambiente educacional. Quando a tecnologia faz parte deste ambiente, de forma integrada, pode se tornar mais do que um substituto para o trabalho matemático feito com lápis e papel (GOOS, 2010). Nessa mesma perspectiva, as TD são utilizadas nas ações de pesquisa e nas disciplinas matemáticas ministradas pelas autoras deste artigo, conforme descrito nas seções seguintes.

2. AÇÕES DO PROJETO DE PESQUISA

O projeto de pesquisa *Tecnologias de Informação e Comunicação no processo de ensino e aprendizagem de Matemática* é desenvolvido no IFFluminense e coordenado pelas autoras deste artigo. O objetivo geral do mesmo é incentivar a utilização adequada das TD em práticas pedagógicas, tendo em vista a melhoria do processo de ensino e aprendizagem de Matemática, no Ensino Médio. Busca-se promover atividades que mostrem possibilidades de uso de TD, por meio de

propostas a serem executadas em situações reais de ensino. Para tanto, o projeto conta com o apoio de bolsistas (licenciandos em Matemática e/ou alunos dos cursos superiores de Informática).

No âmbito do mesmo são realizados minicursos destinados a professores e alunos de Licenciatura em Matemática, com o objetivo de promover o conhecimento das potencialidades de *softwares* e de *applets*⁵ como recursos didáticos. Visa-se incentivar a busca por melhores ferramentas que permitam contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. A Licenciatura em Matemática do próprio IFFluminense *campus* Campos-Centro se beneficia, diretamente, das ações do projeto de pesquisa, mas, em muitas ocasiões, as demais licenciaturas em Matemática da região são convidadas a participar dos eventos. Além dos licenciandos, busca-se, constantemente, a participação dos professores, principalmente da rede pública, em tais eventos.

Complementando as ações destinadas à preparação de professores e licenciandos, são desenvolvidos e disponibilizados recursos didáticos destinados ao Ensino Médio. Todos os recursos elaborados (atividades pedagógicas, *applets*, unidades de aprendizagem, animações em 3D, metodologia de avaliação de *software*, artigos, entre outros) estão disponíveis no portal do projeto⁶. As apostilas de atividades organizadas para cada *software* contêm, em geral, uma parte destinada ao reconhecimento das funções de suas ferramentas e outra direcionada a temas matemáticos. A pesquisa por novos *softwares* educacionais ou por versões atualizadas de programas já conhecidos é realizada constantemente. Alguns destes são estudados, tendo em vista a elaboração de atividades pedagógicas e utilização em minicursos.

Para possibilitar melhor entendimento da proposta do projeto de pesquisa, descrevem-se, brevemente, os recursos da seção *Unidades de Aprendizagem* disponível no portal do projeto. Na referida seção encontram-se, atualmente, as seguintes unidades de aprendizagem: i) *Seções de Prisma*; ii) *Investigando em C*; iii) *SoftMat-OA*; iv) *Trigonometria Dinâmica*; v) *Estudando Geometria Analítica*. Três destas são, brevemente, descritas a seguir.

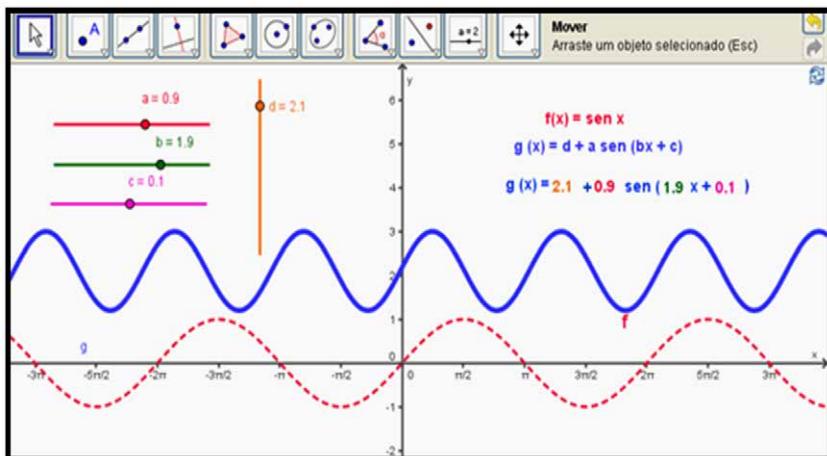
A unidade *SoftMat-OA*⁷ tem por objetivo subsidiar oficinas pedagógicas destinadas a preparação de professores de Matemática em relação ao uso de *softwares* na aprendizagem de Matemática. A unidade *Trigonometria*

⁵ Applets (*applets Java*) são programas desenvolvidos em linguagem de programação Java®, que podem ser incluídos em códigos HTML (DEITEL H.; DEITEL. P., 2003). Estes, em geral, visam adicionar interatividade a aplicações Web.

⁶ < <http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/portaltic/> >.

⁷ < <http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/portaltic/projetotic/Softmatoa/paginainicial.html> >.

*Dinâmica*⁸ contém, entre outros recursos, 19 *applets*, com o objetivo de possibilitar o estudo de trigonometria, de forma dinâmica, e uma apostila de atividades investigativas relacionadas aos *applets*. A figura 1 apresenta um dos *applets* desta unidade. Este foi desenvolvido no *software* GeoGebra⁹ e possibilita o estudo das transformações causadas por alterações nos parâmetros a , b , c e d nos gráficos das funções da forma $g(x) = d + a \operatorname{sen}(bx + c)$, em relação à função $f(x) = \operatorname{sen}(x)$.



138

Figura 1 - Transformações gráficas - função seno

Fonte: Unidade de aprendizagem *Trigonometria Dinâmica*, 2014.

A unidade *Investigando em C*¹⁰, contém, entre outros recursos, 15 *applets* que permitem o estudo de números complexos associado à Geometria Analítica, o que favorece uma análise mais geométrica do tema. As orientações para utilização dos *applets* encontram-se nos enunciados das atividades investigativas de uma apostila também disponibilizada na unidade. *Investigando em C* contém, ainda, uma seção de aspectos históricos sobre números complexos e *links* para outros endereços sobre o tema. A figura 2 apresenta um dos *applets* desta unidade. Este visa mostrar, geometricamente, que ao multiplicar um número complexo z_1 pela unidade imaginária i , o vetor que representa z_1 sofre uma rotação de 90º, em relação à origem (0,0), no sentido anti-horário.

Ressalta-se que a unidade *Trigonometria Dinâmica* passou por uma experimentação preliminar com licenciandos e professores de Matemática e, posteriormente, foi experimentada com representantes do seu público

⁸ <http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/portalttic/projetotic/trigonometria_dinamica/1Introducao.html>

⁹ Software livre, disponível em: <http://www.geogebra.org/cms/pt_BR/download/>.

¹⁰ <<http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/portalttic/pesquisa-matematica/investigando-em-c>>.

alvo (alunos do Ensino Médio). A unidade *Investigando em C* também foi experimentada com licenciandos e professores de Matemática. Os resultados das experimentações foram bastante satisfatórios, indicando que as unidades estão adequadas aos seus objetivos.

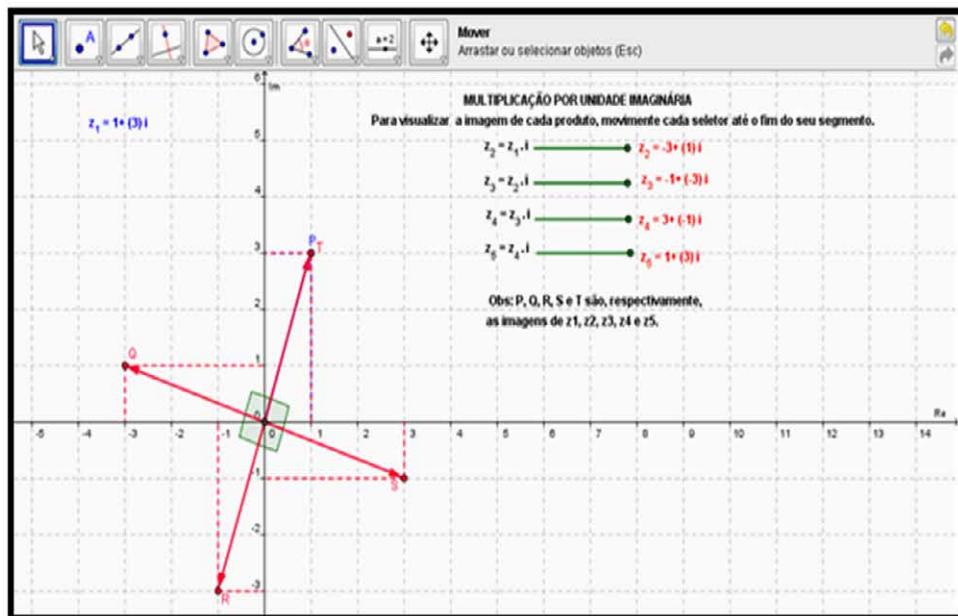


Figura 2 - Multiplicação por unidade imaginária

Fonte: Unidade de aprendizagem *Investigando em C*, 2014.

139

Em resumo, no projeto visa-se promover atividades que mostrem aos professores possibilidades de uso das TD, por meio de propostas a serem executadas em situações reais de ensino. Entende-se que trabalhar nesse sentido, desde a formação inicial, pode colaborar para minimizar a resistência existente.

Destaca-se que as ações realizadas no projeto de pesquisa embasam atividades desenvolvidas na disciplina *Educação Matemática e Tecnologias*, que faz parte da matriz curricular da Licenciatura em Matemática, como descrito na próxima seção. Além disso, as ações do projeto também influenciam nas atividades de outras disciplinas ministradas pelas autoras (também descritas na seção seguinte), mostrando novas opções de uso de TD. Da mesma forma, necessidades percebidas em sala de aula, muitas vezes, fundamentam novas pesquisas no projeto. Assim, promove-se uma integração entre ações de sala de aula e atividades de pesquisa, de tal forma que pesquisa e ensino caminhem juntos.

3. AÇÕES EM DISCIPLINAS DE MATEMÁTICA

Nesta seção, relatam-se ações realizadas na disciplina *Educação Matemática e Tecnologias* (EMT) e em outras disciplinas ministradas pelas autoras deste artigo, no IFFluminense.

3.1 Disciplina Educação Matemática e Tecnologias

Diversos estudos sobre formação de professores (TARDIF, 2007; COSTA, 2008; IMBERNÓN, 2009; IMBERNÓN, 2010) defendem a coerência que deve existir entre as práticas que ocorrem nas licenciaturas e nos cursos de formação continuada e o desempenho docente esperado do futuro professor. A formação do professor, em geral, e em particular para integrar as TD, se justifica se corresponder a uma prática profissional melhor¹¹ (COSTA, 2008).

Segundo Tardif e Raymond (2000), grande parte do que os professores sabem sobre o processo de ensino e aprendizagem e sobre o papel deste profissional, provêm de sua própria história de vida. Afinal, os professores antes mesmo de começarem a trabalhar ficam imersos em seu lugar de trabalho, durante, aproximadamente 16 anos, trajetória pré-profissional (TARDIF; RAYMOND, 2000; TARDIF, 2007). Este fato gera uma bagagem de conhecimentos, de crenças, de representações e de certezas sobre a prática docente. No parecer CNE/CP 9/2001, que contém as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena é destacado que:

140

A preparação do professor tem duas peculiaridades muito especiais: ele aprende a profissão no lugar similar àquele em que vai atuar, porém, numa situação invertida. Isso implica que deve haver coerência entre o que se faz na formação e o que dele se espera como profissional. Além disso, com exceção possível da educação infantil, ele certamente já viveu como aluno a etapa de escolaridade na qual irá atuar como professor (BRASIL, 2002a, p. 30).

O princípio da simetria invertida contribui para a compreensão de que a vivência dos futuros professores, como aluno em sua formação docente, tanto inicial quanto continuada, é constitutiva do papel que exercerá na sua prática docente futura (BRASIL, 2002a). Defende-se que as práticas dos professores das licenciaturas não determinam as dos

¹¹ Segundo o referido autor, determina-se esse “melhor” em função dos objetivos traçados no currículo dos alunos e nos documentos orientadores de cada escola.

licenciandos, mas sim influenciam. O licenciando não deve ser capaz de apenas reproduzir e sim de ter autonomia para inovar sua prática, a partir de suas vivências, pesquisas e necessidades (BARCELOS, 2011). Este fato ressalta a importância de que o futuro professor, enquanto aluno, em seu processo de formação vivencie práticas pedagógicas coerentes com as que se espera que venha a praticar (BRASIL, 2002a).

Nesse sentido, há, desde 2004, na matriz curricular da Licenciatura em Matemática oferecida no IFFluminense *campus Campos-Centro*, a disciplina EMT, que possui carga horária de três horas/aula semanais e é oferecida no primeiro período. Com as ações realizadas na mesma busca-se cumprir as diretrizes das Licenciaturas em Matemática, no que diz respeito à competência “capacidade de compreender, criticar e utilizar novas idéias e tecnologias para a resolução de problemas” (BRASIL, 2002b, p.3).

Os objetivos da disciplina fundamentam-se nas temáticas propostas por Barcelos (2004). Tanto as temáticas quanto os objetivos são apresentados no quadro 1.

Temáticas	Objetivos
Conhecimentos básicos em Informática	Possibilitar ao aluno ser um usuário crítico e seletivo de <i>softwares</i> para fins educacionais. Utilizar os aplicativos do LibreOffice, com destaque para o editor matemático.
Tecnologias Digitais - Educação - Sociedade	Analisar o uso de Tecnologias digitais na Educação.
Utilização e avaliação de <i>softwares</i> educacionais voltados para o ensino e aprendizagem de Matemática	Distinguir diferentes abordagens do uso de <i>softwares</i> educacionais no processo de ensino e aprendizagem. Identificar <i>softwares</i> educacionais para Matemática, de acordo com as diferentes abordagens existentes. Avaliar criticamente diferentes <i>softwares</i> educacionais, de acordo com as diferentes abordagens existentes.
Internet e seus recursos	Identificar e analisar <i>sites</i> que apresentam recursos digitais para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Discutir e experimentar o uso pedagógico das redes sociais na Internet e de ambientes virtuais de aprendizagem.
Matemática e TD aplicadas ao Ensino Fundamental e Médio	Utilizar <i>softwares</i> educacionais na construção de conhecimentos matemáticos. Elaborar e resolver atividades que utilizem as TD numa perspectiva sócio-histórica. Estabelecer conjecturas experimentando, recorrendo a modelos, esboços, fatos conhecidos, relações e propriedades com auxílio das TD. Aplicar conhecimentos e métodos matemáticos em situações científicas, do trabalho e cotidianas. Elaborar <i>applets</i> por meio de <i>softwares</i> de Geometria Dinâmica. Analisar e experimentar aplicativos para estudo de temas matemáticos em dispositivos móveis.

141

Quadro 1- Temáticas e objetivos da disciplina EMT

Fonte: Elaboração própria baseada no Plano Pedagógico de Curso da Licenciatura em Matemática.

Para alcançar os objetivos da disciplina, diversas atividades são desenvolvidas. Essas são idealizadas considerando a teoria sócio-histórica e a perspectiva teórica TPACK. Segundo Vygotsky (2007), o mecanismo de mudança individual, ao longo do seu desenvolvimento, tem sua raiz na sociedade e na cultura e a interação entre os indivíduos desempenha um papel fundamental na construção do ser humano. Assim, entende-se que a teoria sócio-histórica é um aporte teórico adequado para as atividades da disciplina. Além disso, adota-se o referencial TPACK, que busca captar algumas das qualidades do conhecimento que o professor precisa ter para integrar¹² as TD ao processo de ensino e aprendizagem, ao mesmo tempo em que leva em conta a natureza contextualizada, complexa e multifacetada desse conhecimento (MISHRA; KOEHLER, 2006).

Algumas das atividades desenvolvidas na disciplina EMT são: i) leituras e discussão de textos; ii) estudo de softwares educacionais por meio de atividades que visam à construção de conhecimentos matemáticos; iii) avaliação de softwares educacionais de Matemática; iv) elaboração de atividades de investigação, utilizando um dos softwares estudados; v) análise de sites relacionados à aprendizagem matemática; vi) elaboração de applets utilizando softwares de Geometria Dinâmica; vii) análise e o uso de aplicativos em tablets; viii) discussão sobre o uso de redes sociais na educação; ix) elaboração de apresentações utilizando o software Prezi, entre outras.

Ao iniciar a disciplina, solicita-se o preenchimento de um questionário, por meio do qual se investiga o nível de inclusão digital dos alunos. Outro questionário é respondido ao final do período, com o objetivo de diagnosticar o impacto das atividades desenvolvidas na licenciatura. Considera-se, pela análise das respostas dos questionários, que o trabalho realizado tem contribuído, significativamente, para a formação dos futuros professores de Matemática, quanto ao uso pedagógico das TD.

A metodologia adotada na disciplina envolve aulas expositivas e dialogadas, com utilização de recursos diversos (digitais ou não); discussões; atividades individuais e em grupos e pesquisas. A avaliação ocorre ao longo da disciplina, em termos de participação nas atividades e análise dos trabalhos desenvolvidos (individualmente ou em grupo) e duas avaliações individuais.

A partir de 2011, foi implementada uma rede social na Internet (RSI¹³) por meio da plataforma Elgg. Essa rede, denominada *Educação Matemática e Tecnologias*, tem sido utilizada tanto no apoio às atividades, quanto como meio de comunicação entre a professora e os alunos e, também, entre os alunos. Os licenciandos aceitaram muito bem o uso da RSI e utilizaram os recursos da plataforma Elgg com desenvoltura.

¹² Ressalta-se que integrar as TD não implica abandonar práticas já existentes que são produtivas e necessárias.

¹³ Disponível em: <<http://plataforma.nie.iff.edu.br/elgg2/elgg1.7.5/>>.

Resumindo, objetiva-se com a disciplina EMT contribuir para a ocorrência de posturas autônomas e inovadoras nas práticas docentes dos licenciandos. É importante que esses futuros professores transcendam às atividades realizadas na formação inicial, sendo capaz de adequar o que foi estudado ao contexto de sua prática docente, tornando-se autor e não um “ouvinte ideal”.

Como previsto no plano de ensino da disciplina EMT, as atividades realizadas influenciam as demais disciplinas do curso e também nas ações docentes do professor concluinte.

3.2 Ações em outras disciplinas matemáticas

Além da disciplina EMT, destaca-se o uso pedagógico de TD na construção de conhecimentos matemáticos em outras disciplinas presenciais ministradas pelas autoras deste artigo, no IFFluminense *campus Campos-Centro*.

3.2.1 Geometria I, II, III e IV

143

As disciplinas *Geometria I, II, III e IV* são ministradas na Licenciatura em Matemática descrita neste artigo, respectivamente, no primeiro, segundo, terceiro e quarto períodos. Abordam-se, nas duas primeiras, conteúdos de geometria plana e nas outras, conteúdos de geometria espacial.

Para apoiar o desenvolvimento das atividades usa-se a mesma RSI citada na subseção 2.1. Nesta são criadas comunidades com o nome das disciplinas, gerando, assim, um espaço de discussão de temas relacionados aos conteúdos em estudo.

Além do uso da RSI, construções geométricas e/ou *applets* são elaborados¹⁴ pelos licenciandos e outros são apresentados pela professora da disciplina para o estabelecimento de conjecturas. Alguns dos recursos utilizados são desenvolvidos no âmbito do projeto de pesquisa descrito neste artigo e outros são selecionados em *sites* diversos, com destaque para os *applets* disponíveis no GeoGebraTube¹⁵.

A figura 3 mostra uma construção utilizada no estudo de ângulos inscritos na circunferência, a manipulação permite conjecturar que todo triângulo inscrito numa semicircunferência é retângulo.

¹⁴ Os softwares utilizados para elaboração das construções são o Régua e Compasso e o GeoGebra.

¹⁵ GeoGebraTube é uma plataforma de compartilhamento disponível em: <http://www.geogebraTube.org/?lang=pt_BR>.

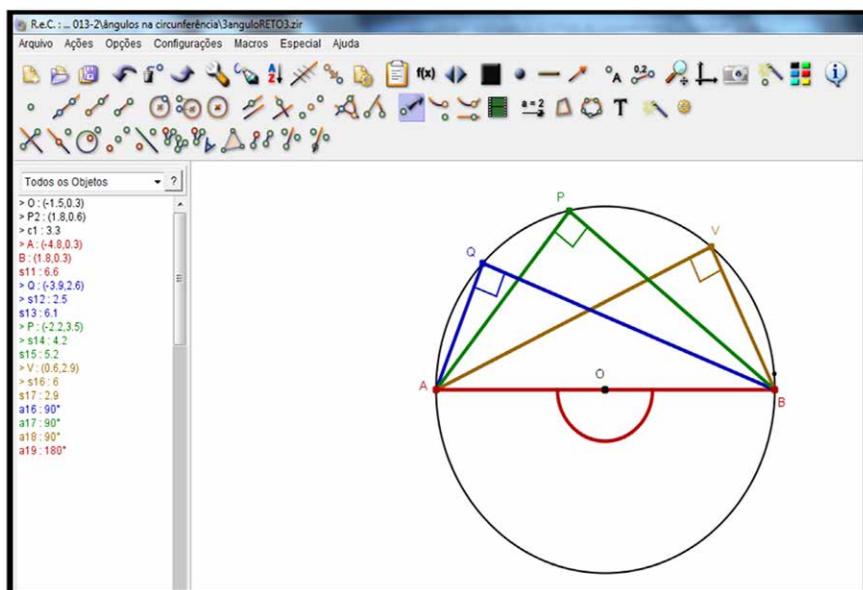


Figura 3 - Construção elaborada no software Régua e Compasso

Fonte: Elaboração própria (2014).

144

A figura 4 apresenta um *applet*, elaborado no GeoGebra e disponível no GeoGebraTube. Este foi utilizado no estudo de semelhança de triângulos. É importante destacar que o fato do *applet* não estar traduzido para o português não influencia no uso investigativo do mesmo.

Side Angle Side Triangle Similarity Model

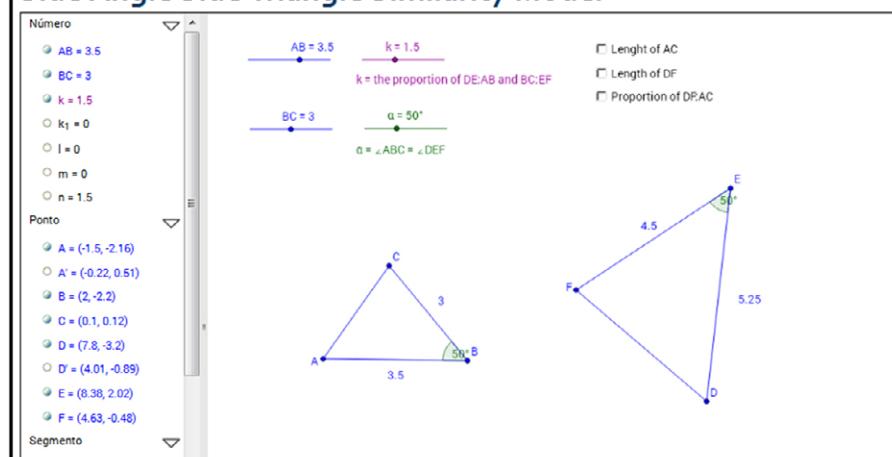


Figura 4 - Construção disponível no GeoGebraTube

Fonte: GEOGEBRA, 2014 em <<http://www.geogebratube.org/student/m2744>>.

No estudo de polígonos regulares os alunos constroem mosaicos (Figura 5) utilizando os recursos do objeto de aprendizagem denominado *Pavimentação do Plano com Polígonos Regulares de Tipos Diferentes*¹⁶. Esta atividade possibilita relacionar matemática com arte, além de aplicar conhecimentos construídos sobre o tema.

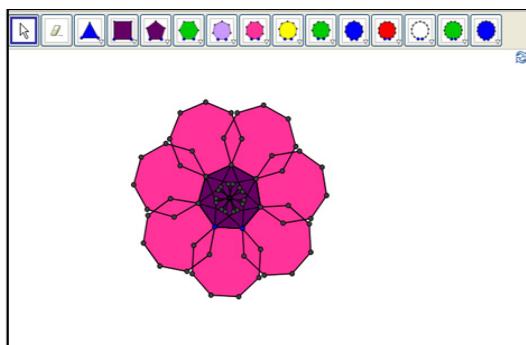


Figura 5 - Polígonos regulares

Fonte: Elaboração própria (2014).

Além dos softwares já citados, nas disciplinas *Geometria III e IV* utiliza-se a versão shareware¹⁷ do software Poly. Com auxílio desses programas e de outros¹⁸ se estuda classificação, características, seções, truncamentos, áreas e volumes dos poliedros convexos. Para o estudo dos poliedros não convexos e dos corpos redondos são usados applets contidos em sites diversos¹⁹.

145

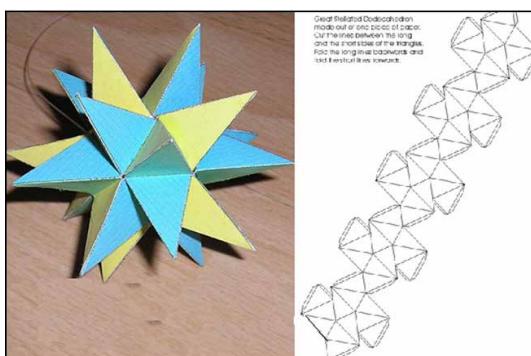


Figura 6 - Poliedro não convexo

Fonte: Paper models of polyhedra, 2014 em <<http://korthalsaltes.com/cuadros.php?type=k>>.

¹⁶ Disponível em: <<http://www.uff.br/cdme/ppr/ppr-html/ppr-st-br.html>>.

¹⁷ Programa disponibilizado aos usuários gratuitamente, mas com limitações.

¹⁸ <<http://www.uff.br/cdme/pdp/pdp-html/pdp-br.html>>; <<http://www.geogebra.org/en/upload/files/catala/enricbraso/cavalieri.html>>; <<http://www.uff.br/cdme/platonicos/platonicos-html/solidos-platonicos-br.html>>; <<http://demonstrations.wolfram.com/VolumeOfAParalleliped/>>; entre outros.

¹⁹ <<http://korthalsaltes.com/cuadros.php?type=cpr>>; <<http://korthalsaltes.com/cuadros.php?type=c>>; <<http://www.georgehart.com/virtual-polyhedra/vp.html>>; <<http://korthalsaltes.com/cuadros.php?type=om>>; entre outros.

Paralelamente ao uso das TD são feitas construções com régua e compasso e com material concreto.

3.2.2 Cálculo

Na disciplina de *Cálculo* (correspondente a Cálculo I), ministrada no primeiro período do Bacharelado em Sistemas de Informação, adota-se o ambiente virtual de aprendizagem Moodle em apoio às atividades desenvolvidas. No referido ambiente, além da postagem de materiais, são propostas diversas atividades (situações-problema), que podem ser realizadas em grupo ou individualmente. Além disso, são propostos fóruns de discussão sobre tópicos da disciplina.

Além do uso do Moodle, as análises gráficas promovidas no estudo de Limites, Derivadas e Integrais são apoiadas por plotadores gráficos. O Winplot é, em geral, o plotador utilizado, mas os alunos têm liberdade para utilizar o software que achar mais adequado. O uso de aplicativos em dispositivos móveis também é incentivado no desenvolvimento das atividades de sala de aula.

A figura 7 mostra parte de um trabalho de um aluno, desenvolvido no âmbito da disciplina, sobre o tema assíntotas. Nessa figura mostra-se apenas a parte gráfica (desenvolvida com o Winplot), mas a resolução envolvia também apresentar os cálculos dos limites que justificavam a existência das assíntotas.

146

Apresente uma função cujo gráfico tenha três assíntotas verticais, uma em $x = 3$, outra em $x = 4$ e a terceira em $x = -3$, e uma assintota horizontal em $y = \frac{-3}{4}$.

Apresente o gráfico da função e das assíntotas.

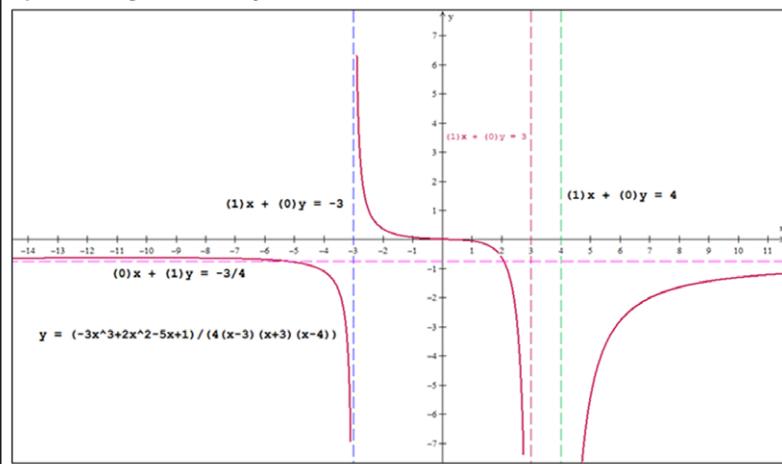


Figura 7 - Parte de um trabalho sobre assíntotas – software Winplot

Fonte: Trabalho de um aluno, [2014].

Os conteúdos de Cálculo, por requererem inúmeros requisitos e exigirem diversas abstrações, são diferentes dos tópicos matemáticos do Ensino Médio. Os alunos, em geral, apresentam muitas dificuldades nas disciplinas de Cálculo e, nesse sentido, buscar estratégias que possibilitem minimizar esse problema é fundamental. Assim, entende-se que a utilização de TD pode trazer grandes contribuições, facilitando visualizações, como no exemplo mostrado na figura 7 e, consequentemente, favorecendo a compreensão dos temas abordados.

3.2.3 Álgebra Linear e Geometria Analítica

Na disciplina Álgebra Linear e Geometria Analítica, também ministrada no Bacharelado em Sistemas de Informação, porém no segundo período, adota-se, da mesma forma que em *Cálculo*, o Moodle em apoio às atividades desenvolvidas. De maneira semelhante, no referido ambiente são postados materiais e propostas atividades (situações-problema) e fóruns de discussão sobre tópicos da disciplina.

Além do uso do Moodle, o Winplot também auxilia a análise gráfica de sistemas lineares 2×2 e 3×3 . Além disso, apoia o estudo de vetores no plano e no espaço. Como em *Cálculo*, outros softwares podem ser utilizados, dependendo da preferência do aluno. O uso de aplicativos em dispositivos móveis também é incentivado no desenvolvimento das atividades de sala de aula.

A figura 8 mostra parte de um trabalho de um aluno, sobre sistemas lineares. Nessa figura mostra-se apenas a parte gráfica (elaborada com o Winplot), mas a resolução envolvia também apresentar a resolução algébrica do sistema linear.

147

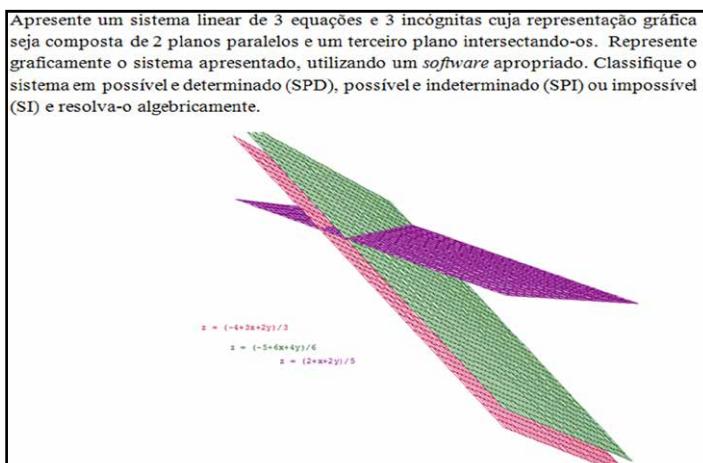


Figura 8 - Parte de um trabalho sobre sistemas lineares – software Winplot

Fonte: Trabalho de um aluno, [2014].

A experiência de sala de aula nessa disciplina permite afirmar que a utilização de TD, como exemplificado na figura 8, traz contribuições significativas para a compreensão dos tópicos abordados. O estudo de sistemas lineares, por exemplo, sem a análise gráfica não favorece o alcance de um nível de compreensão adequado, pois o enfoque fica somente na parte algébrica, tornando os procedimentos muito mecânicos.

4. PAPEL DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA MATEMÁTICA: REFLEXÕES

Uma crítica comum, por parte de professores mais resistentes ao uso de TD na Matemática, é a possibilidade do mesmo atrofiar certas habilidades, como, por exemplo, a agilidade no cálculo mental e a memorização de fórmulas. Por outro lado, os mais adeptos ao uso dessas tecnologias defendem que as mesmas permitem explorar outras habilidades, como visualização e simulação, além de possibilitar o levantamento de conjecturas, a partir da execução de diversos exemplos.

Diante dessa constatação, cabem duas considerações. A primeira é que, em geral, as vantagens e desvantagens relacionadas às TD não são intrínsecas às mesmas, mas estão associadas à forma como estas são utilizadas no contexto educativo. A segunda é que é preciso compreender que a escola não é uma instituição que atua de forma independente da sociedade. Assim, é fundamental identificar quais habilidades devem ser priorizadas, tendo em vista a formação de um cidadão ativo. Será que, no contexto social atual, algumas habilidades, tradicionalmente associadas ao estudo da Matemática, são, ainda, tão fundamentais como em sociedades anteriores? É uma reflexão a ser promovida por cada professor, pois afeta diretamente a sua forma de atuação.

Além disso, é preciso analisar que a Matemática, ao longo dos anos, tem sido, em geral, utilizada como forma de classificar pessoas de acordo com sua maior ou menor capacidade nessa área. Essa classificação, muitas vezes, assume um caráter excluinte, contribuindo para reprovações e evasões escolares. Perpetuar formas tradicionais de ensino não contribui para mudar esse quadro. Nessa perspectiva, entende-se que buscar formas que facilitem a compreensão de conteúdos matemáticos é essencial e que as TD tem potencial para contribuir nesse sentido.

No entanto, é preciso atenção para outro aspecto. Para utilizar TD como recursos pedagógicos, de forma adequada, faz-se necessário um sólido conhecimento da área de domínio e, isso, implica muitas vezes

promover diversos estudos e pesquisas. As TD permitem explorar contextos diferenciados que podem levar a questionamentos mais profundos, tanto pelos alunos como por parte do próprio professor, ao preparar a sua aula. É, inclusive, comum o professor, ao utilizar TD, se encontrar diante de situações que exigem novas reflexões, até mesmo relacionadas a conteúdos considerados simples e, por muito tempo, já ministrados em sala de aula, de forma tradicional. Então, utilizar TD como recurso pedagógico para Matemática requer, também, boa vontade e tempo para se dedicar a estudos.

Além disso, é preciso algum conhecimento de Informática e de Informática Educativa. Não é necessário dominar profundamente a tecnologia a ser utilizada, para iniciar um trabalho com a mesma. Mas, isso requer, muitas vezes, desprendimento para reconhecer que não se sabe tudo e que os alunos podem ajudar bastante nesse sentido. Cabe ressaltar que tudo isso torna o processo de ensino e aprendizagem muito rico, no qual o professor exerce a posição de mediador, construindo também novos conhecimentos.

Embora, na visão das autoras, as TD, de maneira geral, tenham potencial para colaborar em atividades investigativas, possibilitando ampliar a visão dos alunos em relação aos tópicos abordados, é preciso considerar outro aspecto importante. Foi dito anteriormente, que, em geral, as vantagens e desvantagens das TD não são intrínsecas às mesmas. E, de fato, numa visão ampla é isso. No entanto, é fundamental considerar que softwares e aplicativos são muitas vezes desenvolvidos por pessoas que não são da área focalizada e não contam com suporte da área pedagógica. Assim, alguns recursos podem apresentar problemas, tanto em relação a conceitos quanto à abordagem pedagógica.

Portanto, a seleção de bons recursos é essencial e, também para isso, o professor precisa ser preparado desde a sua formação inicial. O primeiro passo para essa seleção é ter a consciência de que tecnologias podem apresentar esses problemas e, também, considerar que há limitações técnicas que comprometem, algumas vezes, um resultado mais preciso. Por exemplo, em geral, mesmo excelentes plotadores traçam gráficos de funções como $f(x) = \frac{x^2 - 9}{x - 3}$ como sendo uma linha contínua de R em R . No entanto, um olhar mais atento à lei de formação permite perceber que a função não está definida em $x = 3$ e, portanto, o gráfico não poderia ser exatamente como mostrado pelo plotador. O ponto de descontinuidade não é “enxergado” pelo recurso tecnológico. Cabe ao professor alertar seus alunos para questões desse tipo. Nesse caso, não se trata de deixar de usar um plotador gráfico, mas discutir o problema com os alunos, chamando a

atenção de que é importante refletir sobre teorias e respostas apresentadas em um *software*, sem confiar cegamente nas mesmas.

A partir da consciência de que tecnologias podem apresentar erros, o segundo passo para a seleção de um *software*, ou de outro recurso qualquer, é verificar se a abordagem pedagógica embutida no mesmo (alguns de forma mais clara, outros nem tanto) é coerente com a visão educacional do professor. Por exemplo, há recursos que propõem perguntas e respostas, de forma bem básica. Um professor que busque trabalhar atividades de investigação, de construção de conhecimento, poderá ter muita dificuldade para obter bons resultados com um recurso assim.

Tendo identificado um recurso adequado a seus objetivos pedagógicos, o professor precisará analisar alguns fatores, como por exemplo, facilidade de aprendizagem e de uso, correção em relação ao conteúdo, funcionamento correto, adequação ao público alvo e das possíveis mensagens de erro, entre outros.

Em relação aos alunos, tem sido possível observar que os mesmos lidam muito bem com as TD, embora, inicialmente, estranhem um pouco, principalmente, quando estão no primeiro período do Ensino Superior. Os alunos que chegam a esse nível de ensino, em geral, ainda não apresentam experiências significativas de uso de TD como recursos pedagógicos, em sala de aula. Portanto, inicialmente, alguns demoram um pouco a se adaptar a uma metodologia diferente das que estão habituados.

Passado o período de adaptação, no entanto, observa-se que a tecnologia apoia o processo de ensino e aprendizagem, favorecendo a compreensão de conteúdos e, também, o acesso a materiais e a comunicação entre os envolvidos. O uso de um ambiente virtual de aprendizagem, por exemplo, permite expandir os limites de sala de aula, facilitando o acesso a materiais da disciplina e possibilitando a discussão em fóruns e *chats*, além da postagem de atividades a partir de locais diversos (ou seja, mesmo que um aluno esteja impossibilitado de comparecer a aula, poderá acompanhar as atividades da disciplina).

O uso de plotadores gráficos, como Winplot, em Cálculo, favorece, por exemplo, análises gráficas no estudo de limites, a compreensão do conceito de derivadas, o estudo do comportamento e traçado de curvas, assim como o entendimento do cálculo de áreas por integrais. Além disso, em Álgebra Linear e Geometria Analítica, permite, por exemplo, análises gráficas de sistemas lineares e o estudo de vetores no plano e no espaço.

Em atividades que requerem resoluções algébricas, recursos como Wolfram Alpha²⁰, que permitem, além do traçado de curvas, o cálculo de derivadas, integrais, sistemas, determinantes, matrizes inversas, entre

²⁰ <<http://www.wolframalpha.com/>>.

outros, podem contribuir para a verificação de resultados e identificação de possíveis erros. Recursos assim podem apoiar propostas que não focalizam no erro ou acerto do aluno, mas no processo de construção de conhecimentos, que engloba reflexões e, muitas vezes, o refazer de tarefas, a partir da identificação de erros. Nessa mesma perspectiva, atuam os aplicativos para *smartphones* e *tablets*, tais como o Calculus Tools²¹, que podem ser utilizados, de maneira prática, no desenvolvimento das atividades.

Muito importante mencionar, ainda, que, nas disciplinas ministradas pelas autoras, tem sido possível observar a importância dos vídeos da Internet. Estes, por exemplo, são frequentemente utilizadas pelos alunos, de forma espontânea (sem ser por sugestão da professora), para o estudo de temas que são requisitos para Cálculo, assim como para tópicos próprios dessa disciplina.

Em relação à disciplina EMT, é possível afirmar que, ao longo dos dez anos de existência da mesma, a participação dos alunos tem sido, em geral,ativa e questionadora. Na maioria das vezes, estes realizaram ações além das solicitadas, mostrando-se ótimos investigadores. Outro aspecto observado é a colaboração entre os licenciandos diante de dificuldades ou dúvidas, o que ressalta aspectos da teoria sócio-histórica. Nessa disciplina, a perspectiva instrumental de uso das tecnologias é ultrapassada. Oportuniza-se, entre outros aspectos, a apropriação dos ambientes da Web 2.0, de forma que os licenciandos possam se tornar autores de ideias, projetos e ações, e, assim, tenham oportunidades de integrar as TD nas suas práticas docentes, adequadamente. Os resultados positivos das ações desenvolvidas estão relacionados à perspectiva teórica adotada, TPACK, ou seja, à integração entre conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo.

Além disso, cabe destacar que, no decorrer dos anos, tem sido possível diagnosticar uma mudança significativa no perfil dos alunos da disciplina EMT quanto ao uso das TD. A maioria dos alunos das cinco primeiras turmas não possuía computador com Internet em suas residências e, assim, não usava com frequência as TD. Atualmente, esse quadro mudou e a maior familiaridade dos alunos com essas tecnologias impacta no desenvolvimento das atividades da disciplina, possibilitando a ampliação e o aprofundamento dos temas em estudo, visto que os alunos já ingressam na licenciatura com os conhecimentos básicos sobre o uso de TD.

Nas disciplinas de Geometria os resultados são muito satisfatórios, estes podem ser verificados no desempenho dos alunos nas avaliações e nas apresentações de trabalhos em aula e em eventos. Além disso, diversos trabalhos de conclusão de curso têm sido desenvolvidos com o uso pedagógico das TD.

²² <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andymc.derivative>>.

Em relação ao desenvolvimento de recursos digitais pedagógicos, promovido no âmbito do projeto de pesquisa, destaca-se que, de maneira geral, os mesmos são elaborados sob uma perspectiva gráfica, dinâmica, investigativa e menos algébrica. Tais recursos são elaborados visando facilitar o uso dos mesmos pelos professores. É importante, no entanto, que cada professor, de acordo com seu contexto educacional, analise os recursos disponibilizados e selecione, modifique ou desenvolva recursos adequados aos seus alunos. Não há caminhos estabelecidos, não há modelos determinados, nem existem recursos que possam ser considerados excelentes, independente dos seus contextos de uso. O professor, sendo o melhor conhecedor de sua realidade, é quem deve selecionar suas ferramentas. Todo o trabalho desenvolvido no projeto de pesquisa visa ampliar as opções de escolha do professor de Matemática do Ensino Médio, sem jamais deixar de ressaltar a importância do papel deste.

Ressalta-se, ainda, que o desenvolvimento de recursos digitais pedagógicos é um processo muito rico, que inclui inquietações decorrentes de problemas relacionados à tecnologia e/ou ao tema de estudo específico. Muitas vezes, tal processo envolve o refazer de tarefas e a busca por soluções de problemas.

No desenvolvimento desses recursos, assim como em atividades em sala de aula, o *software* GeoGebra tem sido muito utilizado e atribui-se isto às características do mesmo. Este é um *software* de Matemática Dinâmica, que permite o estudo de Geometria, Álgebra, e Cálculo, além de apresentar características de um CAS (*Computer Algebra System*), para todos os níveis de ensino (HOHENWARTER; PREINER, 2007). Trata-se de um programa livre, gratuito, multiplataforma, disponível em vários idiomas, dentre os quais o português. A facilidade de criar planilhas dinâmicas (*applets*), a partir do GeoGebra é outro fator que contribuiu para o uso pedagógico em contextos diversos. A possibilidade de compartilhamento dessas planilhas no GeoGebraTube é outro fator que merece destaque. O usuário cadastrado na plataforma pode compartilhar, além de planilhas dinâmicas, ferramentas criadas no *software*, coleção de planilhas, vídeos, tutoriais e outros. A plataforma suporta o *upload* direto de contruções feitas no GeoGebra, permite a pesquisa de materiais, a avaliação de usuários cadastrados e o envio de comentários (HOHENWARTER, 2013).

No âmbito do projeto de pesquisa, também é trabalhada a necessidade de uma formação adequada dos professores para o uso das TD como recurso pedagógico. Essa necessidade é uma questão indiscutível, como comentado ao longo desse capítulo. No entanto, julga-se pertinente analisar alguns aspectos dessa formação. Defende-se que esta deve ser realizada utilizando

atividades que mostrem reais possibilidades de uso das TD como recursos pedagógicos. Além disso, as ações desenvolvidas junto a professores e licenciandos têm mostrado que esta preparação deve incluir a discussão de certas questões, que passam, na verdade, pela própria concepção de educação que cada professor traz consigo. Destacam-se duas destas questões: recursos pedagógicos são recursos facilitadores da aprendizagem ou recursos facilitadores do trabalho de lecionar? Quanto desagradável, ou mesmo sacrificante é, para o professor, sair da posição de transmissor de informações e passar a agir como problematizador de situações, exposto a imprevistos com os quais, muitas vezes, os alunos lidam melhor que ele mesmo?

Quanto à primeira questão, ressaltamos que as TD não tornam o trabalho mais fácil, em termos de redução de tarefas (pelo contrário!). No entanto, diversas pessoas trazem essa concepção e se desencantam quando percebem que a realidade é outra. Com relação à segunda questão, observa-se que para alguns professores essa é uma barreira difícil de romper, que acaba prejudicando, ou mesmo impedindo, a utilização pedagógica das TD. Nesse sentido, considera-se fundamental que já nas licenciaturas questões como essas sejam discutidas, além da preparação em si para a utilização das TD como possíveis ferramentas auxiliares do processo de ensino e aprendizagem.

Finalizando essa seção, destaca-se que a experiência adquirida nas atividades promovidas permite defender a importância das TD para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Mas, trata-se de uma defesa consciente de que a tecnologia por si só não basta. Utilizadas de forma equivocada, as TD serão apenas formas ilusórias de inovação.

153

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos papéis das TD na educação é apoiar a pedagogia da parceria e permitir que aluno personalize seu processo de aprendizagem. O professor deve ser capaz de orientar e supervisionar a aprendizagem do aluno, criando uma relação horizontal, na qual ocorram trocas de saberes com apoio das mais diversas TD.

Nessa perspectiva, são desenvolvidas as ações descritas neste artigo. Tais ações fundamentam diversas outras atividades acadêmicas. Uma destas foi a implementação da disciplina *Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação* na Pós-graduação *latu sensu Docência no Século XXI*, no IFFluminense. Este é um curso multidisciplinar que tem como objetivos: i) construir competência técnica-científica para a docência no ensino superior e médio/técnico, alicerçada em uma visão mais ampla, abrangente, reflexiva

e integrada de sociedade; ii) possibilitar ao professor uma formação abrangente nas dimensões: cultural, política, epistemológica, ética e estética, que o torne apto a desenvolver estratégias educativas democratizadoras de acesso ao conhecimento, numa perspectiva sócio-histórica. Diversos trabalhos de conclusão deste curso focalizaram o uso pedagógico das TD nos mais diversos contextos,

Além disso, os *applets* gerados no âmbito do projeto de pesquisa são utilizados por outros professores. Na própria Licenciatura em Matemática do IFFluminense *campus Campos-Centro*, duas disciplinas, *Fundamentos de Matemática Elementar III e IV*, usam os *applets* de trigonometria e os de números complexos, respectivamente. Diversos projetos da disciplina *Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática*, da referida licenciatura, também abordam o uso pedagógico das TD, estes são aplicados em escolas da comunidade. Ainda na licenciatura, encontram-se vários trabalhos de conclusão de curso que utilizaram as TD nos seus experimentos.

Outro aspecto que merece destaque é o retorno de egressos da Licenciatura em Matemática ao IFFluminense, em busca de apoio às suas práticas docentes com uso de TD. É solicitado apoio para revisão de material pedagógico, indicação de TD para o estudo de temas matemáticos, material para desenvolvimento de trabalhos de pós-graduação, entre outros.

A importância da preparação dos professores para o uso pedagógico das TD é indiscutível, porém, vale destacar que não é suficiente. Diversas são as variáveis que influenciam no resultado positivo da TD na educação, tais como a existência de infraestrutura adequada, empenho e apoio da direção escolar, entre outros.

Numa sociedade com tantas mudanças, fluidez de informações e desestruturação de certezas, não se pode pensar em formação totalmente estruturada, estabilizada, centrada no professor, propondo relações verticais e que sejam baseadas em verdades absolutas. É importante fazer o contrário, arriscar um pouco mais, navegar junto, trocar mais informações. Tudo isso, sempre que possível, apoiado num mediador um pouco mais experiente, mas que tenha consciência de que não tem todas as certezas e respostas. Enfim, é importante desconstruir modelos de formação lineares e adotar formações flexíveis, abertas e mais ousadas.

REFERÊNCIAS

AZEREDO, C. M. R.; BATISTA, S. C. F. Tecnologias digitais como recursos didáticos para Matemática: análise de pesquisas. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2013, Curitiba, PR. *Anais ... SBEM*, Curitiba, PR, 2013. p. 1-16.

BALANSKAT, A.; BLAMIRE, R.; KEFALLA, S. *The ICT impact report: a review of studies of ICT impact on schools in Europe.* [S.I.]: European Schollnet, 2006. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012853.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

BARCELOS, G. T. *Tecnologias na prática docente de professores de Matemática: formação continuada com apoio de uma rede social na internet.* 2011. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2011.

BOTTINO, R. M.; KYNIGOS, C. Mathematics education & digital technologies: facing the challenge of networking European research teams. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, v. 14, n.3, p. 203-215, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Parecer CNE/CP 9/2001 - Homologado Despacho do Ministro em 17 de Janeiro de 2002. *Diário Oficial [da] União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 jan. 2002, Seção 1, p. 31, 2002a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. *Relatório de atividades 1996/2002 - ProInfo*. Brasília/DF, 2002b. Disponível em: <http://www.proinfo.gov.br/upload/img/relatorio_died.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2014.

CLARK-WILSON, A.; OLDFNOW, A.; SUTHERLAND, R. (Ed.). *Digital technologies and Mathematics Education*. Report from a working group of the Joint Mathematical Council of the United Kingdom. [S.I.: S.n.], 2011. Disponível em:<http://cme.open.ac.uk/cme/JMC/Digital%20Technologies%20files/JMC_Digital_Technologies_Report_2011.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

COSTA, F. (Coord.). *Competências TIC: estudo de Implementação*. Lisboa: GEPE/ME (Gabinete de Estatística e Planejamento da Educação), 2008. v. 1. Disponível em: <<http://www.pte.gov.pt/pte/PT/Projectos/Projecto/Documents/index.htm?proj=47>> Acesso em: 04 abr. 2014.

DEITEL, H. M; DEITEL, P. J. *Java, como programar*. Tradução de Carlos Arthur Lang Lisboa. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

DRIJVERS, P. Digital technology in mathematics education: why it works (or doesn't). 2012. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 12., 2012, Seoul, Korea. *Proceedings...*Seoul, Korea: [S.n.], 2012.

Disponível em: <http://www.icme12.org/upload/submission/2017_F.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

GOOS, M. Using technology to support effective mathematics teaching and learning: what counts? In: *Teaching Mathematics? Make it count: What research tells us about effective teaching and learning of mathematics*. [Austrália]: ACER, 2010. Disponível em: <http://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1067&context=research_conference>. Acesso em: 11 mar. 2014.

HARTLEY, M. S.; TREAGUST, D. F. Learner perceptions of the introduction of computer-assisted learning in mathematics at a peri-urban school in South Africa. *Learning Environments Research*, v. 17, n.1, p. 95-111, [2014].

HOHENWARTER, M.; PREINER, J. Dynamic mathematics with GeoGebra. *The Journal of Online Mathematics and its Applications*, [S.I.], v.7, 2007. Disponível em: <http://www.maa.org/external_archive/joma/Volume7/Hohenwarter/index.html>. Acesso em: 03 abr. 2014.

HOHENWARTER, M. GeoGebra 4.4: from Desktops to Tablets. *Indagatio Didactica*, [S.I.], v. 5, n. 1, p. 8-18, 2013.

IMBERNÓN, F. *Formação permanente do professorado novas tendências*. Tradução de Sandra Trabucco Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2009.

IMBERNÓN, F. *Formação continuada de professores*. Tradução de Juliana dos Santos Padilha. Porto Alegre: Artmed, 2010.

KLOPFER, E. et al. *Using the technology of today, in the classroom today: the instructional power of digital games, social networking, and simulations, and how teachers can leverage them*. Massachusetts: MIT, 2009. Disponível em: <http://education.mit.edu/papers/GamesSimsSocNets_EdArcade.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2014.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017–1054, jun. 2006.

PONTE, J. P.; OLIVEIRA, H.; VARANDAS, J. M. O contributo das Tecnologias de Informação e Comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da

identidade Profissional. In: FIORENTINI, D. (Ed.). *Formação de professores de Matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 159-192.

TARDIF, M.; RAYMOND, D. *Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério*. *Educação & Sociedade*, Campinas, v.21, n.73, p. 209-244, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v21n73/4214.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2011.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 8. ed. Tradução de Francisco Pereira. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

VALENTINI, C. B.; SOARES, E. M. S. Fluxos de interação: uma experiência com ambiente de aprendizagem na Web. In: VALENTINI, C. B.; SOARES, E. M. S. (Org.). *Aprendizagem em ambientes virtuais: compartilhando idéias e construindo cenários*. Caxias do Sul: EDUCS, 2005. v. 1. p. 77-86.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

Sobre os autores

André Fernando Uébe Mansur

e-mail: auebe@iff.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9870737725187269>



Administrador. Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2011). Mestre em Comunicação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2004). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2001). Especialista em Marketing. Assessor Acadêmico no IFFluminense. Coordenador da Pós Graduação em Gestão, Design e Marketing no IFFluminense. Membro do Núcleo de Informática na Educação do IFFluminense (NIE/IFF) e do Núcleo de

Subjetivação, autoria, dialogia, aprendizagens, produção de sentido, poética digital, mediação tecnológica, interfaces digitais da UFRGS (NESTA/UFRGS). Professor do curso de Administração do ISECENSA. Áreas de interesse: Redes Sociais, Administração, Educação, Inovação Tecnológica, Software Livre.

Arilise Moraes de Almeida Lopes

e-mail: arilise@iff.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4808371678029320>



Possui doutorado em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mestrado em Tecnologias Educacionais nas Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e graduação em Licenciatura Plena de Matemática pela Faculdade de Filosofia de Campos (FAFIC) e bacharelado em Administração de Empresas pela Faculdade de Administração e Ciências Contábeis Tibiriça. Atualmente é professora dos cursos de Engenharia de Controle e Automação do

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense campus Campos-Centro, ministrando as disciplinas de Cálculo I e Cálculo II, respectivamente. Coordenadora de EaD do polo campus Campos-Centro

do IFFluminense e Coordenadora e professora pesquisadora do Núcleo de Tecnologias Educacionais e Educação a Distância (NTEAD) e Núcleo de Informática na Educação (NIE) tendo como linhas de pesquisa: (i) Tecnologias Educacionais, (ii) Ambientes Educacionais e Educação a Distância e (iii) Informática na Educação Especial.

Breno Fabrício Terra Azeuedo

e-mail: bterra@iff.edu.br

Lattes: <http://buscavetorial.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4139901U4>



Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Informática na Educação, Engenharia de Software, Inteligência Artificial, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento de software, mineração de textos, inteligência artificial aplicada à educação, sistema multi-agente, sistemas para internet/intranet.

Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Informática na Educação, nos projetos de pesquisa "Análise automática de fóruns de discussão" e "Integração de Software de Mineração de Texto na Plataforma Moodle".

159

Eliane Vigneron Barreto Aquiar

e-mail: evigneron@iff.edu.br

Lattes: <http://buscavetorial.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4706641Z5>



Possui doutorado em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2011), mestrado em Educação Matemática pela Universidade Santa Úrsula no Rio de Janeiro (1999), especialização em Matemática (1989) e em Educação Matemática (1994) pela Faculdade de Filosofia de Campos e graduação em Licenciatura em Ciências com Habilitação em Matemática pela Faculdade de Filosofia de Campos (1985). Professora de Matemática e Pesquisadora do Núcleo de Informática na Educação (NIE) do Instituto Federal Fluminense campus Campos-Centro.

Filipe Arantes Fernandes

e-mail: filran@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1758554561833289>



Mestrando em Engenharia de Software pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Especialização em Análise e Gestão de Sistemas de Informação pelo Instituto Federal Fluminense campus Campos-Centro. Participou nos projetos de pesquisa: Desenvolvimento de um site de apoio ao ensino de eletromagnetismo de que possibilite visualização e integração com os campos magnéticos; Desenvolvimento de objetos de aprendizagem em realidade aumentada para visualização de campos magnéticos e Desenvolvimento de um site de

apoio ao ensino de eletromagnetismo utilizando objetos de aprendizagem em realidade aumentada. Entusiasta no desenvolvimento de objetos de aprendizagem com realidade virtual e aumentada.

Gilmara Teixeira Barcelos Peixoto

e-mail: gilmara@iff.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5799087859446298>



Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2011), mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2004) e possui graduação em Licenciatura em Ciências - Habilitação em Matemática pela Faculdade de Filosofia de Campos (1988). Atualmente é professora da Licenciatura em Matemática e da pós-graduação Docência no século XXI do Instituto Federal Fluminense campus Campos-Centro, pesquisadora do projeto de pesquisa "Aprendizagem com Dispositivos Móveis" (Núcleo de pesquisa Informática na Educação - NIE) e coordenadora do projeto "TIC

no processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática" (Núcleo de Estudos Avançados em Educação - NESAE). Também é coordenadora da Pós-Graduação lato sensu Docência no Século XXI e coordenadora Adjunta da Diretoria de Ensino Superior das Licenciaturas. Tem experiência na área de Matemática e Informática na Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: Matemática, software educacional, Informática na Educação, Formação de Professor e Tecnologias de Informação e Comunicação.

Sites: <http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/softmat/>

<http://plataforma.nie.iff.edu.br/elgg2/elgg-1.7.5/pg/>

<http://plataforma.nie.iff.edu.br/elgg2/pos/>

Heluia Pereira Pinto Bastos

e-mail: hbastos@iff.edu.br

Lattes:<http://lattes.cnpq.br/3906724233805336>



Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2012). Mestre em Cognição e Linguagem pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2002). Especialista em Lingüística Geral e Aplicada (Convênio FAFIC / FVG / UNICAMP). Licenciatura em Letras (Português-Inglês) pela Faculdade de Filosofia de Campos. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFFluminense, campus Campos-Centro). Projeto de Pesquisa em 2014: “Integração de software de mineração de texto na plataforma Moodle”.

Atuação docente em cursos de Graduação e Especialização. Áreas de interesse: Informática na Educação, Comunicação Mediada por Computador, Lingüística Aplicada ao Ensino de Idiomas, Ensino de Línguas Baseado na Web, Inglês Instrumental, Mineração de Dados Textuais, Gêneros do Discurso, Metodologia da Pesquisa, Memória Cultural.

161

Leandro Pires Souza

e-mail: leandro.pires.souza@outlook.com

Lattes: <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4338318Z7>



Graduando em Bacharelado em Sistemas de Informação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF) - Campus Centro, Técnico em Informática pelo IFF e Bolsista de Iniciação Científica no Núcleo de Informática na Educação (NIE). Participa do projeto “Desenvolvimento de objetos de aprendizagem digitais acessíveis para alunos com deficiência visual” desenvolvendo objetos de aprendizagem utilizando HTML5. Entusiasta no desenvolvimento para a Web, tendo buscado se especializar em front-end desenvolvendo diversos projetos pessoais.

Maqda Bercht

e-mail: bercht@inf.ufrgs.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3071039194694398>



Doutora em Ciência da Computação Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2001). Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1976) e graduada em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1973). Professora associado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul no Departamento de Informática Aplicada e professora no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase

em Ciência da Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: afetividade em máquina, ambientes de ensino e aprendizagem, agentes pedagógicos, inteligência artificial, ensino de linguagens de programação, mineração de dados educacionais, objetos de aprendizagem.

162

Maurício José Viana Amorim

e-mail: amorim@iff.edu.br

Lattes: <http://buscatalxual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4509292A9>



Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2012), mestre em Sistemas e Computação pelo Instituto Militar de Engenharia (1998) e possui graduação em Ciências da Computação pela Universidade Católica de Petrópolis (1990). Atualmente é coordenador do Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal Fluminense (IFF), professor de computação do IFF e fiscal do

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Tecnologias da Informação e Comunicação, atuando principalmente nos seguintes temas: Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Computação Afetiva, Desenvolvimento Web, Banco de Dados e Visualização Computacional.

Neemias Vitorino de Freitas

e-mail: neemiasvf@gmail.com

Lattes: <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4396169T8>



Cursando a Graduação em Bacharelado em Sistemas de Informação no Instituto Federal Fluminense campus Campos Centro. Atualmente, participa do programa Ciência sem Fronteiras para aprimoramento do Inglês, bem como continuidade dos estudos da Graduação.

Suzana da Hora Macedo

e-mail: shmacedo@iff.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1722204815233697>



Doutora em Informática na Educação pela UFRGS (2011). Mestrado em Tecnologia pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (1998). Especialização em Análise de Sistemas. Especialização em Sistemas Elétricos. Especialização em Tecnologia Educacional e Didática. Engenheira Eletricista. Licenciatura Plena para Professores de Disciplinas Especiais de 2º Grau. Professora do Instituto Federal Fluminense desde 1987, onde foi coordenadora do Curso Técnico de Telecomunicações de janeiro/2000 a

setembro/2003 e coordenadora do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações de setembro/2003 a fevereiro/2009. Foi Gerente de Ensino na implantação do IFF/campus Itaperuna no 1º sem/2009. Professora do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, da pós-graduação "Docência no Século XXI" e da pós-graduação "Educação Profissional Integrada a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – especialização PROEJA". Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Informática na Educação (NIE), nos projetos de pesquisa "Desenvolvimento de objetos de aprendizagem em Realidade Aumentada para visualização de campos magnéticos" e "Desenvolvimento de um site de apoio ao ensino de Eletromagnetismo que possibilite visualização e interação com os campos magnéticos".

Patrícia Alejandra Behar

e-mail: pbehar@terra.com.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7661737809414762>



Professora Associada 4 da Faculdade de Educação e dos Cursos de Pós Graduação em Educação (PPGEdu) e em Informática na Educação (PPGIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico e Expansão Inovadora do CNPq (DT), nível I. Mestre e Doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atua na área de Educação, com ênfase em Educação a Distância (EAD) e Informática na Educação. Coordena o Núcleo de Tecnologia Digital aplicada à Educação (NUTED) da Faculdade de Educação (FACED) e vinculado

ao Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED). Autora dos Livros Modelos Pedagógicos em Educação a Distância. ArtMed: Porto Alegre, 2009 e Competências em Educação a Distância. Penso: Porto Alegre, 2013.

Silvia Cristina Freitas Batista

e-mail: silviac@iff.edu.br

Lattes:<http://lattes.cnpq.br/8044755036909413>



Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2011). Possui mestrado em Ciências de Engenharia (área de concentração: Engenharia de Produção) pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2004) e graduação em Ciências - Habilitação em Matemática pela Faculdade de Filosofia de Campos (1987). Atualmente, é professora de Matemática do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense), coordenadora do projeto de pesquisa "Aprendizagem com Dispositivos Móveis" (Núcleo de Pesquisa Informática na Educação - NIE) e pesquisadora

do projeto "TIC no processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática" (Núcleo de Estudos Avançados em Educação - NESAE), ambos vinculados ao IFFluminense. Atualmente, também, é coordenadora do Programa Tecnologia Comunicação Educação (PTCE) do IFFluminense Campus Campos-Centro e líder do NESAE.

Sites: <http://plataforma.nie.iff.edu.br/projetomlearning/>

<http://www.es.iff.edu.br/softmat/projetotic/>