

A Construção de Softwares Multimídia no Ensino de Ciências: uma Contribuição para o Aprendizado de Angiospermas

The Implementation of Multimedia Softwares for Science Teaching: a Contribution for the Learning of Angiosperms

Denise do Carmo Farago Zanotto

Docente do Colégio Estadual Francisco Neves Filho,
denisefaragozanotto@yahoo.com.br

Márcia Regina Carletto

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR
marciahcarletto@uol.com.br

André Koscianski

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR,
koscianski@utfpr.edu.br

Resumo

O crescente emprego de TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) tem levado mais professores a fazerem uso de *softwares* educativos e, em certos casos, criarem seus próprios aplicativos. Essas tarefas não são triviais e envolvem conhecimentos em várias áreas. Este artigo discute critérios a considerar na seleção ou construção de *softwares* para fins educativos e relata o desenvolvimento e avaliação de um programa sobre angiospermas para o 7º ano do ensino fundamental. O trabalho foi fundamentado na teoria da aprendizagem cognitiva por multimídia de Mayer e na aprendizagem significativa de Ausubel. O programa foi aplicado em sala e avaliado qualitativamente mediante observação empírica e coleta de depoimentos dos alunos participantes da pesquisa. Os resultados da aplicação e avaliação de qualidade técnica e didática do *software* indicam que o programa pode ser utilizado como apoio ao ensino de angiospermas.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, *softwares* multimídia, angiospermas

Abstract

The increasing use of ICT (Information and Communication Technology) has led many teachers to select and employ educational software and even create their own applications. These are non-trivial tasks involving knowledge of different areas. This article discusses criteria that should be considered in selecting or building software for educational purposes and reports the development and evaluation of software on a angiosperms plants for the 7th year of elementary school. The work has been based on the cognitive theory of multimedia learning and on Ausubel's meaningful learning theory. The software was applied in the classroom and evaluated qualitatively, based on empirical observations and interviews with the students. The results of the implementation and the evaluation of technical and didactic quality of the software indicate that it can be used to support the teaching of angiosperms.

Keywords: Meaningful learning, multimedia software, angiosperms.

Introdução

A computação não é um recurso recente em educação e vem fazendo parte das pesquisas, mudanças e evoluções dessa área há mais de cinquenta anos (ASLAN, REIGELUTH, 2011). Políticas de inclusão digital - como o PROINFO (Programa de informática na Educação) possibilitaram a inserção da informática na maioria das escolas brasileiras. No entanto, para obter resultados eficientes é necessário selecionar *softwares* adequados e integrá-los corretamente com a prática docente. Uma das principais barreiras à utilização do computador é justamente a qualidade dos *softwares* e dos programas.

Entre os problemas que se pode detectar, distingue-se dois grandes grupos. No primeiro grupo estão os problemas de ordem didática, como aplicativos em que se percebe falta de atenção com o aspecto didático, ou seja, são projetados por programadores ou técnicos que durante a fase de análise de requisitos (PRESSMAN, 2011) deram menor atenção a teorias de ensino e aprendizagem; em alguns casos encontram-se até falhas conceituais. No segundo grupo, estão os problemas de ordem técnica, como programas criados por pesquisadores e professores, que têm caráter experimental e em que se percebe a falta de apoio de pessoal de engenharia e ergonomia ou a escassez de recursos. Em ambos os casos, os problemas de natureza didática ou técnica podem colocar em xeque a eficiência do produto.

Neste trabalho serão apresentados e discutidos critérios gerais sobre o projeto e implementação de *softwares* de propósito didático. Esses critérios servem como base para que professores possam selecionar programas ou se envolver mais efetivamente na criação de tais artefatos. Apresenta-se a forma como foi implementado um *software* para o ensino de angiospermas do 7º ano do ensino fundamental com base na teoria cognitiva de aprendizagem por multimídia, associada à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, bem como os resultados iniciais dessa implementação.

Revisão de literatura

O conteúdo de angiospermas integra o eixo temático Vida e Ambiente proposto pelos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais) (BRASIL, 1999), fazendo parte do conteúdo básico Biodiversidade proposto pelas DCEs (Diretrizes Curriculares Estaduais do Estado do Paraná) (PARANÁ, 2008).

O termo angiospermas vem do grego: angios= vaso; sperma=semente. As angiospermas possuem sementes abrigadas no interior de frutos (LOPES; ROSSO, 2010). Trata-se, portanto, de plantas denominadas completas por apresentarem órgãos como raiz, caule, folha, flor, fruto e semente, sendo que a classificação as subdivide em monocotiledôneas e dicotiledôneas.

Ao ensinar Ciências, especificamente o conteúdo de angiospermas, o professor esbarra em várias dificuldades. Muitas vezes, os alunos não aprendem o conteúdo devido ao excesso de vocabulário técnico. Normalmente o professor de Ciências introduz seis novos termos por aula, isto é, trezentos novos termos por semestre, o que equivale a aproximadamente a um terço do vocabulário básico de uma língua estrangeira (KRASILCHIK, 2005). Esse número ainda pode aumentar dependendo do enfoque e direcionamento que é dado ao conteúdo. Para ilustrar a dificuldade com angiospermas, alguns exemplos de termos técnicos são: pericarpo, gineceu, androceu, deiscentes, indeiscentes, epífitas, pneumatóforas, pseudofrutos, gavinhas, etc.

Outro obstáculo à aprendizagem é a falta de interatividade entre o aluno e o professor (KRASILCHIK, 2005). Por exemplo, é relativamente comum que o professor direcione a aula durante longos períodos em monólogo, intercalados com resolução de exercícios. Perguntas como “alguém tem dúvida?” ou “terminaram o exercício?” são exemplos em que se induz respostas convergentes, com pouca margem de variabilidade e de participação mais rica da classe. Somando-se o excesso de vocabulário técnico à falta de interatividade, existe ainda a dificuldade de encontrar imagens e textos, compilados num único local e que sejam adequados ao conteúdo. O que se espera é que esses materiais fossem contextualizados no sentido de facilitar a aprendizagem de uma forma mais atrativa, extrapolando o uso contínuo do livro didático.

A superação dessas dificuldades requer ponderar vários itens como o desenvolvimento cognitivo do aluno, seus interesses, idade, identidade cultural e social. Os conceitos devem ser desenvolvidos dentro de contextos relevantes e interessantes que despertem a curiosidade para favorecer o envolvimento e o clima de interação conteúdo – aluno – professor. Esse é o grande desafio.

Ao planejar o desenvolvimento de conteúdos, cabe ao professor a seleção de atividades e situações-problema que correspondam a situações interessantes e motivadoras (BRASIL, 1999). Um texto ou um *software* podem veicular problemas de interesse didático e abordar também valores, procedimentos e atitudes, de forma implícita ou explícita, compatíveis com o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Os PCNs propõem que o ensino de Ciências seja trabalhado diversificando as propostas educacionais e também trabalhando relações com a Tecnologia. Essa aquisição de conteúdos deve ocorrer pela interação professor – estudantes – conhecimento, ao se estabelecer um dialogismo entre os conhecimentos prévios dos alunos e aquilo que se deseja ensinar. Essa perspectiva corresponde ao que é preconizado pela teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, em que ele afirma que o mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe (AUSUBEL, 1968).

Da mesma forma que os PCNs, também as DCEs colocam a construção do conhecimento como elemento central da aprendizagem, utilizando-se da leitura, atividades em grupo, pesquisa e do lúdico.

Então, como é possível trabalhar o conteúdo “angiospermas” de forma significativa? Computadores e multimídia são apontados por diversos autores como alternativas para isso, seja como facilitadores e motivadores de aprendizagem (DELIZOICOV et al,

2009; BARBOSA, 2009; TAVARES 2008), seja como instrumentos para ampliar o diálogo (KRASILCHIK 2005). Entretanto, ao realizar uma revisão de literatura, embora existam exemplos práticos – como em Zoologia (CONDE et al, 2010) e Botânica (COSTA, 2011) – não foram encontradas propostas relacionadas especificamente com o ensino de angiospermas.

Estabelecendo critérios para construção e avaliação de softwares

Teoria de aprendizagem por multimídia

Um dos estudiosos da junção entre ensino e TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação), o americano Richard E. Mayer propôs uma teoria cognitiva de aprendizagem que se relaciona diretamente com a aplicação de multimídia (MAYER e MORENO, 1998).

As pesquisas de Mayer têm pontos de contato com o trabalho de Allan Paivio, psicólogo canadense que se interessou em compreender como o cérebro realiza o processamento e retenção de diferentes tipos de informação. Seu trabalho mais famoso é provavelmente o de codificação dual de informação (PAIVIO et al , 1996). A teoria cognitiva de aprendizagem por multimídia pode ser sumarizada em sete princípios (princípio da multimídia, princípio da contigüidade espacial, princípio da contigüidade temporal, princípio da coerência, princípio da modalidade, princípio da redundância e princípio das diferenças individuais) que poderiam aumentar a qualidade da aprendizagem (MAYER; ANDERSON, 1991) .

Mayer afirma que o aluno acumula e transfere a informação recebida por intermédio de uma representação mental coerente, integrando a representação atual com a informação prévia. Essa perspectiva corresponde à teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel (MOREIRA; MASINI, 2010).

A teoria de aprendizagem multimídia é embasada em três pressupostos: 1) Canal duplo: o ser humano possui dois canais distintos para o processamento de informações: o visual e o verbal; 2) Capacidade limitada: cada canal de informação tem uma capacidade limitada de processamento. 3) Processamento ativo: a aprendizagem requer um processamento cognitivo essencial em ambos os canais.

Um dos trabalhos mais conhecidos sobre limites de processamento do cérebro humano é o célebre artigo de Miller (1956), tratando de memória de curto prazo e da quantidade de informações que uma pessoa pode manipular simultaneamente. Essa ideia de limite corresponde também à noção de sobrecarga cognitiva (BADDELEY apud AUSTIN, 2009); esse fenômeno acontece quando o indivíduo é exposto a uma quantidade maior de informação do que é capaz de absorver.

Interfaces Humano-Computador

A palavra ergonomia vem do grego em que *ergon* quer dizer trabalho e *nomos* significa leis. Essa noção é aplicada a computadores e, como disciplina, o assunto é tratado dentro de Interfaces Humano-Computador.

A ergonomia de interfaces trata aspectos objetivos e subjetivos da interação entre pessoas e computadores. No projeto e avaliação de interfaces podem ser aplicados critérios que tratam da quantidade e distribuição de informação. Esses critérios podem ser analisados espacialmente, tendo em vista as dimensões das janelas utilizadas e a

quantidade de informação apresentada; e temporalmente, no que diz respeito ao fluxo de dados trocados com o usuário ao longo do tempo.

Uma técnica comum aplicada ao projeto de interfaces, ou a avaliação de um produto finalizado, é usar como referência regras heurísticas já estabelecidas na literatura. Exemplos nesse sentido são: o uso da lista de verificação (SCAPIN; BASTIEN 1997; CATAPAN; FIALHO 2009) e a norma ISO 9241 (Ergonomic Requirements for Office workwith visual display terminals).

A quantidade de aspectos e cuidados a se observar é bastante extensa e simplesmente enumerá-los não faz jus à complexidade do assunto. Algumas diretrizes estabelecidas nessas referências podem ser agrupadas da seguinte maneira:

- entradas de dados: deve ater-se ao essencial; o programa deve orientar o usuário no preenchimento, verificar erros e avisar a respeito;
- navegação: a interface deve ter um desenho consistente, evitando detalhes desnecessários e fornecendo respostas imediatas às ações; as mensagens de erro devem incluir orientação sobre como proceder;
- controle: os menus e comandos devem ser inteligíveis; prever e evitar situações sem saída, bem como fornecer caminhos alternativos; buscar compatibilizar o programa com o mundo real ou a tarefa nele realizada.

A avaliação de interfaces pode ser organizada de várias maneiras; uma classificação possível é (MARTINS et al, 2009): preditiva, empírica e prospectiva. No primeiro caso não há participação do usuário final e se buscam indícios de como se dará o emprego do *software* em uma situação real. Na avaliação empírica o usuário é observado executando tarefas, geralmente em um ambiente simulado. Na avaliação prospectiva são coletadas opiniões do usuário a respeito de uma lista de critérios estabelecidos pelo especialista em ergonomia.

Durante uma avaliação de interface não apenas os aspectos textual, visual e sonoro devem ser examinados. Também é averiguada a adequação do *software* para realizar tarefas, o que inclui observar o fluxo de ações no aplicativo, comparado ao fluxo de ações do usuário ao realizar a atividade em seu ambiente. Uma avaliação bem realizada depende da correta junção dos conhecimentos de um engenheiro de *software* e de especialistas do domínio sob análise que, no presente caso, incluiria professores, pedagogos e, preferencialmente, também artistas gráficos e músicos profissionais.

Projeto instrucional e construtivismo

De acordo com a teoria da aprendizagem significativa, novas informações se relacionam com aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz por meio de subsunçores. Um subsunçor pode ser entendido como sendo a ideia já presente e que fará conexão com a nova informação sendo adquirida. Quando um conteúdo não apresenta nada de familiar para o aluno, pode-se utilizar um organizador prévio explicativo ao passo que, quando o conteúdo tiver alguma familiaridade, pode-se fazer uso de um organizador prévio comparativo. Esses organizadores prévios tornam-se mais eficientes quando utilizados no início do processo de aprendizagem (MOREIRA; MASINI, 2010).

Para que a aprendizagem significativa ocorra são necessárias três condições: o material instrucional precisa ser estruturado de maneira lógica; deve haver subsunçores (conceitos-âncora ou esteio) na estrutura cognitiva do aprendiz, organizados hierarquicamente e relacionáveis com o novo conteúdo; o estudante deve estar motivado e disposto a relacionar o novo conhecimento com aquele já existente.

Um recurso viável como organizador prévio é a animação gráfica, seja interativa ou não. Ela pode ser utilizada em diferentes momentos da atividade de ensino mas, em cada caso, deve ser elaborada segundo princípios específicos. Se as animações antecederem a aula podem ter o papel de organizador prévio. Nesse caso uma estrutura possível para a aula é o modelo proposto por Joyce e Weil (1996), que consiste de quatro etapas sumarizadas no Quadro 1.

Etapa	Descrição
1	apresentação do organizador prévio
2	apresentação do conteúdo
3	ligação entre organizador prévio e conteúdo
4	aplicação dos conhecimentos

Quadro 1 - fases do Método Organizador Prévio.

Fonte: Joyce e Weil (1996)

Nesse papel de organizador prévio, há uma série de critérios aplicáveis às animações (RIBEIRO, 2011) que podem ser estendidos à *softwares* multimídia de maneira geral. Alguns exemplos importantes são: usar conjuntos pequenos de informação; evitar termos técnicos e evitar abordar diretamente o assunto a ser tratado no material principal; empregar material que motive o estudante e desperte sua atenção.

Uma segunda possibilidade é usar animações ou multimídia interativa durante a aula. Uma possível vantagem dessa abordagem é manter a turma com um bom nível de atenção, graças à variabilidade das atividades que acontecem ao longo do tempo. Se os conteúdos forem fracionados em tópicos, há maiores chances do professor adaptar a sequência da aula às perguntas e discussões e intercalar momentos em que o *software* será empregado.

Finalmente, a apresentação ou *software* multimídia pode ter a função de material de apoio a que o aluno poderá recorrer em um momento de revisão, como tarefa ou projeto. Existe mais liberdade para trabalhar nessa situação, admitindo-se que o conteúdo já tenha sido apresentado de forma sólida.

Recomendações gerais para a criação e implementação de *softwares*

Todo projeto de criação e implementação de um *software* multimídia deve seguir princípios de Engenharia de *Software*. A maioria dos projetos falham ou obtêm resultados parciais em virtude de planejamento insuficiente (PRESSMAN, 2011). Entre esses princípios podem-se destacar: definição clara da equipe, orçamento disponível e objetivos; análise de requisitos abrangente e detalhada, preferencialmente com critérios objetivos de qualidade; projeto e implementação claramente gerenciados.

A elaboração de *softwares* com propósito didático requer trabalhar com uma equipe multidisciplinar, sem fazer concessões a improvisos. Exemplificando, se um aplicativo conterà ilustrações deve-se contratar um artista gráfico em preferência a trabalhar com uma pessoa da equipe que “sabe desenhar bem”. Uma previsão orçamentária baixa é a origem de aplicativos de aparência amadora.

A definição dos objetivos do aplicativo deve ser feita elencando requisitos funcionais e não-funcionais (SOMMERVILLE, 2003) e estabelecendo-se metas qualitativas e quantitativas (KOSCIANSKI; SOARES, 2006). A avaliação da qualidade de *software* pode acontecer durante o projeto ou com o produto acabado. Essa tarefa pode ser executada com base em regras heurísticas (NIELSEN; MOLICH, 1990) ou diretrizes

para avaliação de *software*. Novamente uma equipe multidisciplinar é vantajosa, considerando o fato de que professores e engenheiros de *softwares* têm conhecimentos específicos e complementares que podem cobrir mais aspectos de um programa didático. Uma situação de improviso, como engajar um programador estagiário ou um licenciando em Ciências, dificilmente levará a tratar os problemas com o mesmo nível de detalhe.

Dentro dos requisitos de um *software* multimídia educativo, é necessário listar critérios didáticos e alinhar o projeto com uma opção pedagógica bem definida, como uma teoria de aprendizagem.

O material de aprendizagem deve dosar a quantidade de informação exposta no espaço e no tempo, evitando uma sobrecarga cognitiva. Deve-se então, segmentar textos, narrativas e animações.

A qualidade das imagens, padrão de cores, tamanhos de textos, legibilidade e harmonia entre vídeo e áudio também são considerados aspectos ergonômicos que precisam ser analisados com critério no momento em que o professor escolher um *software* ou quiser projetá-lo e implementá-lo com fins educativos.

A elaboração de um *software* multimídia interativo exige a definição de um perfil de usuário que incluirá aspectos como familiaridade com computadores, comportamento diante da interface e conhecimento prévio do assunto. Esse requisito de descrever o usuário médio do sistema é rotineiro em Engenharia de *Software* (SOMMERVILLE, 2003) e é enfatizado no caso de multimídia (PALLAZO, 2002).

Para definir a interface do *software* com o utilizador existem extensas listas de critérios já mencionados no texto (SCAPIN; BASTIEN, 1997; CATAPAN; FIALHO, 2000). Em relação ao conteúdo didático, algumas diretrizes básicas são (TAVARES, 2008): a) pertinência: o material incluso no produto deve ter relação direta com o conteúdo tratado; b) relevância: deve-se selecionar os textos, imagens e animações mais apropriados, ou criar conteúdo focado no objetivo da aula; c) unicidade: esse critério deverá possibilitar a obtenção de respostas para a pergunta “em que medida são aproveitadas as qualidades únicas do computador como meio de acrescentar valor aos meios tradicionais de aprendizagem?”

Um aspecto adicional a se considerar é o lúdico, que contribui para a motivação dos alunos a se envolver mais com o aplicativo. Isto pode ser trabalhado dentro de textos e imagens, ou indo além, na criação de videogames de propósito didático. Essa categoria de *software* merece um exame à parte (AMORY *et al*, 1999; KISIELEWICZ e KOSCIANSKI, 2011).

Finalmente, todo o processo desde a concepção inicial até a instalação do *software* em laboratório deve ser gerenciado preferencialmente por uma pessoa com experiência em desenvolvimento de *software* e gerência de equipes. Professores e pedagogos serão as autoridades a serem ouvidas para determinarem características do programa. Faz parte das atribuições do administrador escolher um modelo para desenvolvimento de *software*, entre possibilidades como espiral, cascata e incremental, ou metodologias ágeis como Scrum e XP (PRESSMAN, 2011; KOSCIANSKI; SOARES, 2006).

Desenvolvimento do *software*

Os critérios discutidos neste trabalho foram aplicados na construção do *software* multimídia. O aplicativo faz parte de uma dissertação de mestrado em andamento e foi produzido como material de apoio ao ensino de angiospermas do 7º ano do ensino

fundamental, no município de São João do Triunfo- PR. A concepção pedagógica fundamentou-se na teoria cognitiva de aprendizagem por multimídia de Mayer, associada à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. A equipe multidisciplinar de desenvolvimento contou com um ilustrador, uma programadora, a professora da disciplina, uma professora que colabora na definição de conteúdos e um gerente de projeto. O *software* é desenvolvido em uma ferramenta que produz arquivos de extensão .SWF (*flash*), que podem ser executados dentro de navegadores internet.



Figura 1 - Imagem capturada do aplicativo.
Fonte: Autoria própria

A figura 1 mostra uma tela do programa. O aplicativo foi projetado paralelamente ao planejamento das aulas, com a função de ferramenta de apoio em seções intercaladas em laboratório, ou para uso do aluno sozinho em casa.

Durante o projeto foram utilizados *storyboards*, a princípio no formato de rascunhos e depois já usando imagens a serem empregadas no produto (figura 2). Esses *storyboards* foram uma ferramenta importante de prototipação de interface. Eles auxiliaram a elaboração da disposição de informações na tela (ou *layout*), o projeto do roteiro a ser utilizado na implantação (OLIVEIRA et al, 2010) bem como as análises de navegabilidade e a disposição de conteúdos ao longo da interface.



Figura 2 - Imagem digitalizada do *storyboard*.
Fonte: Autoria própria

A falta de familiaridade por parte dos alunos com computadores exigiu uma interface intuitiva. Buscou-se reduzir a interferência do *software* na exploração do conteúdo, deixando em tela apenas comandos essenciais e dispostos sempre da mesma maneira. Em relação ao conteúdo didático buscou-se seguir as diretrizes básicas de pertinência, relevância e unicidade (TAVARES, 2008). Optou-se por particionar os conteúdos em tópicos que são distribuídos em leituras e atividades de revisão.

A figura 3 ilustra textos particionados em pequenos livros de um biblioteca presente no cenário. O acesso a essa biblioteca acontece por meio de links que permitem ao usuário ir e voltar livremente para consultar esse material o que propicia a reconciliação integrativa do conteúdo (MOREIRA.; MASINI, 2010).



Figura 3 - Imagem capturada do aplicativo.

Fonte: Autoria própria

Todo o *software* é ambientado em um cenário lúdico, de modo que o conteúdo é apresentado dentro de um roteiro (estória) fictício. A sequência de conteúdos é organizada em uma diferenciação progressiva, isto é, partindo de ideias gerais para detalhes específicos (MOREIRA; MASINI, 2010). Cada tópico corresponde a uma ou mais cenas desse roteiro. Criar um enlace autêntico entre a estória e o conteúdo foi um dos desafios do trabalho mas se mostrou um recurso efetivo para aumentar o interesse dos alunos e torná-los mais receptivos às informações veiculadas pelo *software*.

Resultados

A avaliação da qualidade técnica e didática do *software* foi empírica. Foram realizados os primeiros testes (piloto) com alunos que já tiveram ou não contato com o conteúdo tratado no *software*. Os alunos foram organizados em duplas para explorar o *software* e resolver as atividades nele contidas. As figuras 4 e 5 mostram, respectivamente, uma atividade de laboratório e um depoimento dos alunos.



Figura 4 - Foto dos alunos realizando o teste.

Fonte: Autoria própria

O trabalho em duplas no computador permitiu uma troca de informações e melhor entendimento de conceitos que nem sempre uma aula convencional permite. Durante a realização dos testes coletou-se dados por meio da observação e um questionário de questões abertas do tipo: “o que você achou do *software*?”; “quais foram as principais dificuldades que você encontrou ao utilizar o *software*?”

Por meio da observação empírica foi possível identificar as principais dificuldades dos alunos ao navegar pela interface, estimando-se a qualidade técnica e didática que pudesse evidenciar a necessidade de alterações, tanto na interface quanto nas atividades propostas.

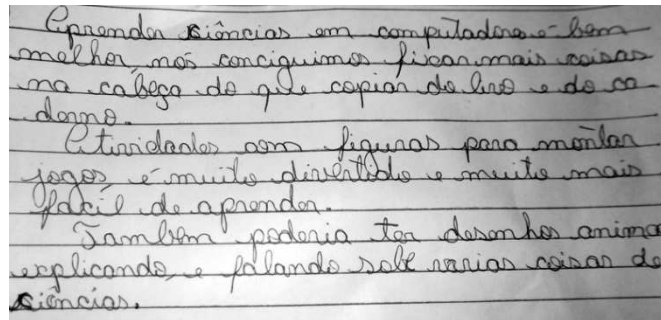


Figura 5 - Imagem digitalizada de um comentário escrito por aluno.
 Fonte: Autoria própria

Conclusão

A criação de um *software*, seja educativo ou não, é regida por princípios básicos de engenharia de *software* consagrados por décadas de estudo. A implementação de multimídia educacional requer seguir tais princípios dentro de equipes multidisciplinares. A implementação deve ser claramente gerenciada e priorizar o planejamento.

Dada a natureza complexa dos processos de ensino-aprendizagem, é importante alocar recursos humanos e técnicos suficientes e definir com detalhamento e rigor os critérios de qualidade para um produto. No caso de multimídia aplicada à educação existe uma boa literatura sobre o assunto, cobrindo aspectos como ergonomia de interface, estudo da interação entre aluno e *software*, adequação do produto e da abordagem em sala de aula. Além desses critérios de natureza geral, é importante se pautar em teorias de ensino aprendizagem como pano de fundo para a elaboração de um *software*.

A junção da teoria cognitiva da aprendizagem por multimídia, de Mayer, com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, mostrou-se um suporte efetivo na elaboração de um produto multimídia.

Um programa foi projetado e construído seguindo as ideias apresentadas, dentro de uma equipe pequena, mas respeitando critérios didáticos e de engenharia comentados no texto. Os primeiros resultados foram avaliados com um grupo de alunos e permitem dizer que o investimento de tempo e esforço no projeto e planejamento foi amplamente recompensado. As observações realizadas mostraram que os alunos se orientaram com facilidade ao manusear o programa. Percebeu-se que o projeto de interface seguindo os princípios discutidos no texto teve papel preponderante nesse resultado.

Pelos depoimentos dos alunos participantes da pesquisa e pela observação empírica verificou-se que o aplicativo permite o aprendizado de angiospermas, fato comprovado com os alunos do teste piloto que mesmo não tendo contato com o conteúdo

anteriormente foram capazes de realizar todas as atividades apresentadas no *software*. Isso demonstra que o aplicativo constitui um eficiente material de apoio ao ensino de angiospermas.

Referências

AMORY, A.; NAICKER, K.; VICENT, J.; ADAMS, C. The use of computer games as an educational tool: identification of appropriate game types and game elements. **British Journal of Educational Technology**. v. 30. n 4, 1999.

ASLAN, S.; REIGELUTH; C. M. A trip to the past and future of educational computing: understanding its evolution. **Contemporary Educational Technology**, Eskisehir (TUR), v.2, n.1, p. 1-17, 2011.

AUSTIN, K. A. Multimedia learning: cognitive individual differences and display design techniques predict transfer learning with multimedia learning modules. **Computers & Education**, v.53, n.4, p.1339-1354, dec. 2009.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BARBOSA, Ronaldo. Perspectivas de uso do computador no ensino. **Anuário da produção acadêmica docente**. v.3, n. 5, 2009.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: temas transversais**. Brasília: MEC/SEF, 1999.

CATAPAN, A. H.; FIALHO, F. A. P. Search for pedagogical indicators for evaluating educational material. **Human Factors And Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings**, v.54, p.109-112, nov. 2009.

CONDE, S. J. et al. **Proposta de CD-ROM sobre comportamento sexual dos animais para a disciplina de biologia do ensino médio**. São Paulo: UNESP, 2009.

COSTA, Milena Vieira. **Material instrucional para o ensino de Botânica : CD-ROM possibilitador da aprendizagem significativa no ensino médio**. 148 f. 2011 Dissertação de Mestrado (Universidade Federal do Mato Grosso do Sul). Campo Grande, MS.

DELIZOICOV et al. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2009.

JOYCE, B. R.; WEIL, M. **Models of teaching**. 5.ed. Boston: Allyn and Bacon, 1996.

KISIELEWICZ, L. A., KOSCIANSKI, A. A implementação de Jogos de Computador Educacionais: uma visão geral. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Vol. 4, n. 1, 2011.

KOSCIANSKI, A.; SOARES, M. **Qualidade de software**. São Paulo: Novatec, 2006.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. 4.ed. São Paulo: Edusp, 2005.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio: manual do professor**. São Paulo: Saraiva, 2010.

MAYER, R. E.; ANDERSON, R.B. Animations need narrations: an experimental test of a dual-coding hypothesis. **Journal of Educational Psychology**, v.83,n.4, p. 484-490, 1991.

MAYER, R. E.; MORENO, R. A cognitive theory of multimedia learning: implications for design principles. In: 15th ACM SIGCHI **Conference on Human Factors in Computing Systems** (CHI-98), Los Angeles, CA, April 18-23, 1998.

MARTINS, N. S.; et al. *Software* educacional: avaliação com foco no usuário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA (CBEU), 4., 2009. Dourados (MS). **Anais...** Dourados (MS), 2009.

MILLER, G. A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. **Psychological Review**, v.63, n.2, 1956.

MOREIRA, M. A. ; MOREIRA, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2010.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: EMPOWERING PEOPLE - CHI'90 CONFERENCE PROCEEDINGS. New York: ACM Press, 1990.

OLIVEIRA, K. A.; AMARAL, M.A.; BARTHOLO, V.F. Uma experiência para definição de storyboard em metodologia de desenvolvimento colaborativo de objetos de aprendizagem. **Ciências & Cognição**. v 11 (1). p. 19-32, 2010.

PAIVIO, A.; JOHNSON, C. J.; CLARK, J. M. **Cognitive components of picture naming**. Psychological Bulletin, v. 120, n. 1, p. 113-139, 1996.

PALAZZO, L. A. M. Sistemas de hipermídia adaptativa. In: JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA (JAI 2002), 21., CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA COMPUTAÇÃO, 22., São Leopoldo (RS), 2002.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares Estaduais de Ciências**: Curitiba: SEED, 2008.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**: uma abordagem profissional. 7.ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

RIBEIRO, R. J. **Curta de animação como organizador prévio no ensino de Física**. 143 f. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011.

SCAPIN, D. L.; BASTIEN, J. M. C. Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. **Behaviour & Information Technology**, v.6, n.4-5, p.220-231, jul. 1997.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 6.ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2003.

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Ciência & Cognição**, v.13, n.2, p.99-108, jul. 2008.