

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DO CEPH-LEARNING – APLICAÇÃO MULTIMÉDIA PARA A APRENDIZAGEM E PRÁTICA DA CEFALOMETRIA RADIOGRÁFICA

Heraldo Luís Dias da Silveira

heraldos@ig.com.br

Maria João Gomes

Universidade do Minho

mjgomes@iep.uminho.pt

Heloísa Emília Dias da Silveira

Univ. Federal de Rio Grande do Sul

heloisa.silveira@ufrgs.br

Resumo

No campo da educação e formação clínica, como em muitos outros, os educadores e os profissionais clínicos vêm progressivamente reconhecendo o potencial das tecnologias de informação e comunicação (TIC), em termos de aprendizagem. O impacto das TIC, particularmente no que concerne aos mais recentes avanços tecnológicos no domínio da informática e das redes de computadores, tem sido muito significativo no campo clínico, nas mais diversas especialidades, quer no campo do desenvolvimento de técnicas de diagnóstico, quer no desenvolvimento de metodologias de trabalho de que a telemedicina é um paradigma importante, quer no campo da educação/formação. A cefalometria radiográfica, por exemplo, é uma das áreas da odontologia que se apropriou de excelentes recursos tecnológicos nomeadamente através do desenvolvimento de software específico para realização de análises cefalométricas computadorizadas. Em termos gerais, as análises cefalométricas computadorizadas, baseiam-se na marcação de pontos anatómicos pelo examinador sobre imagens radiográficas digitalizadas. Todavia, diversos estudos têm demonstrado falta de consolidação de conhecimentos por parte dos executores, evidenciada pela falta de reprodutibilidade dos exames, o que sugere a necessidade de promover novas abordagens no ensino e na prática da cefalometria radiográfica que permitam promover e consolidar conhecimentos e intervenções neste domínio. Dentro deste contexto, surgiu a ideia de desenvolver uma aplicação multimédia interactiva que pudesse promover a aprendizagem de conteúdos relacionados com cefalometria radiográfica e a que demos o nome de *Ceph-Learning*. É sobre este processo de desenvolvimento e validação do sistema *Ceph-Learning* que se centra o texto que apresentamos.

Abstract

In medical education, as in many other educational areas, teachers and professionals are gradually recognizing the potential of the information and communications technologies (ICT) in what concerns learning. The impact of ICT, particularly with respect to the most recent technological advances in the domain of computer science and computer networks, has been very significant in the clinical field, not only in what concerns the development of diagnosis techniques, but also in work methodologies and initial and continuous professional training.

Radiographic cephalometrics is one of the areas of odontology that benefits from excellent technological resources. The development of specific software enables computerized cephalometric analyses. In general terms, computerized cephalometric analyses are based on the marking, by the examiner, of anatomical points on digital radiological images. However, several studies have demonstrated lack of consolidation of knowledge on the part of the examiners, which suggests there is a need for new learning and training approaches that can promote and consolidate professional interventions in this domain. With this aim in mind, we developed an interactive multimedia product we believe can promote new ways of learning contents of radiographic cephalometrics. We call this product “Ceph-Learning”. This paper discusses the development process and validation of the “Ceph-Learning” multimedia product.

1. Introdução

Os profissionais ligados à educação vêm percebendo a necessidade de adaptação e assimilação de tecnologias da informação e comunicação (a que passaremos a referir-nos por TIC) como recurso para melhor apresentar seus conteúdos por meio de objectos virtuais e colaborativos de aprendizagem que a informática e a internet, a partir de um correcto *design* instrucional, podem vir a proporcionar (Mirshawka JR, 2004). Diversos estudos comprovam que a utilização de computadores de forma interactiva não apenas aumenta a motivação para o estudo, como também facilita a integração do conhecimento, quando o material é apresentado de forma adequada aos utilizadores aos quais se destina (Willis, 1995). Esta perspectiva de exploração pedagógica das TIC é transversal a todas as áreas do conhecimento, com as devidas adaptações em função das especificidades próprias de cada área e dos diferentes graus de complexidade das temáticas em causa. A exploração pedagógica das TIC tem também uma abordagem longitudinal, na acepção de que os contextos de exploração abarcam desde os níveis mais básicos da educação pré-escolar até à formação graduada e pós-graduada do ensino superior, incluindo também o domínio da formação contínua. Evidentemente, as práticas de utilização e integração das TIC na educação não são uniformes, nem nas abordagens adoptadas nem nas temáticas tratadas, havendo áreas onde o leque de integração e utilização está significativamente menos desenvolvido. Todavia, cada vez a área de intervenção das TIC nos processos de educação e formação é mais diversificado e abrangente.

No campo da educação e formação clínica, como em muitos outros, os educadores e os clínicos vêm progressivamente reconhecendo o potencial das TIC para efeitos de aprendizagem, prática e avaliação de conhecimentos. Al-Rawahi (2006), refere mesmo que:

As well as elsewhere in the world, medical educators are becoming increasingly aware of the importance of using technology for teaching and assessment purposes. Interactive, computer-based instruction has become an essential component of (our) medical education. It plays an essential role in the education process, such as supplementing lectures, laboratory experiments and dissections throughout the curriculum, which in the past required the existence of real patients. More and more, students are interacting with computer-based programs to acquire factual information, and to learn and practice medical problem-solving techniques. Practicing physicians are using computers to expand and strengthen their professional skills as well. (Al-Rawahi, 2006:336).

Harden (2003; citado em Al-Rawahi, 2006:337) identifica mesmo um conjunto de desafios que a formação clínica nas escolas de medicina enfrenta: (i) transformar o modo como o qual os estudantes aprendem; (ii) partilhar *expertise* e recursos; (iii) disponibilizar programas de formação de alta qualidade e financeiramente sustentáveis; (iv) trabalhar em colaboração com os domínios de formação pós-graduada e contínua e com outros profissionais da área da saúde. Programas informáticos de formação e treino médico podem ajudar a resolver problemas no domínio da educação/formação clínica, sob uma variedade de formas tais como sistema de simulação clínica, sistemas tutoriais inteligentes, ambientes de aprendizagem multimédia-interactivos e sítios de aprendizagem baseados na web (Al-Rawahi, 2006:337-338).

2. As tecnologias no domínio da prática profissional e na prática pedagógica em odontologia

O conhecimento científico e a tecnologia utilizada na prática odontológica evoluíram muito. A cefalometria radiográfica, por exemplo, é uma das áreas da odontologia que se apropriou de excelentes recursos tecnológicos para sua execução, nomeadamente através do desenvolvimento de software específico para realização de análises cefalométricas computadorizadas. Em termos gerais, as análises cefalométricas computadorizadas, baseiam-se na marcação de pontos anatómicos pelo examinador sobre imagens radiográficas digitalizadas. Todavia, diversos estudos têm demonstrado falta de consolidação de conhecimentos por parte dos executores, evidenciada pela falta de reprodutibilidade dos exames (Lau, Cooke e Hägg, 1997; Rudolph; Sinclair e Coggins, 1998; Chen et. al., 2000 Arús, 2005; Silveira e Silveira, 2006) o que sugere a necessidade de promover novas abordagens ao ensino e na prática da cefalometria radiográfica que permitam promover e consolidar conhecimentos e intervenções neste domínio. Neste contexto, surgiu como natural a ideia de explorar as potencialidades dos meios informáticos através do desenvolvimento de uma aplicação multimédia interactiva que pudesse promover a aprendizagem de conteúdos relacionados com a cefalometria radiográfica, considerando que o computador associado às tecnologias de comunicação pode ser um recurso educacional muito mais efectivo se utilizado como mediação de aprendizagem num processo interacional (Catapan, 2001).

Neste sentido, foi desenvolvida uma aplicação multimédia a que demos o nome de *Ceph-Learning*, cuja eficácia em termos educacionais, medida através dos resultados de aprendizagem num teste objectivo de avaliação de conhecimentos, será testada através da realização de um estudo empírico de carácter experimental envolvendo um grupo experimental e um grupo controlo, constituídos de forma aleatória, de entre os alunos da disciplina de “Interpretação Radiográfica” da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Rio Grande do Sul. A anteceder este estudo, está em curso todo o processo de desenvolvimento da aplicação multimédia, da sua validação de conteúdo e de construção e de avaliação da usabilidade da mesma, no âmbito do projecto de investigação de doutoramento do primeiro autor deste texto. É sobre o processo de desenvolvimento e validação do sistema *Ceph-Learning* que se centra o texto que apresentamos. A descrição do processo completo e exaustivo de avaliação da usabilidade do sistema junto dos utilizadores finais ficará para outra oportunidade.

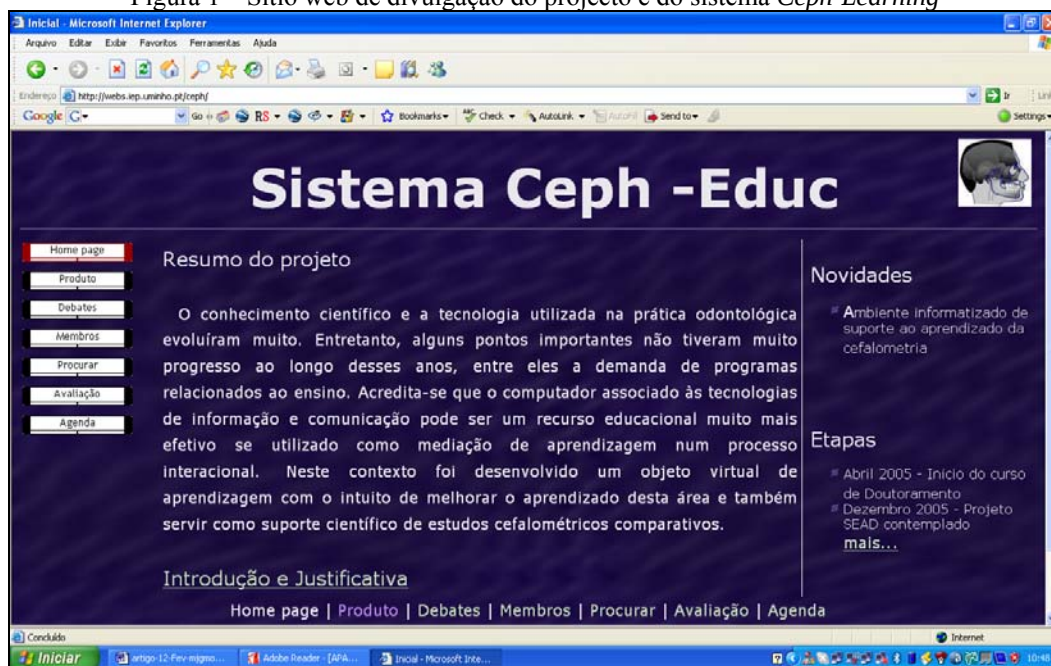
3. Principais motivações para o estudo

Em alguns países, tornou-se prática corrente a realização dos cefalogramas por clínicas de radiologia odontológica, sendo legítimo supor que os profissionais que solicitam tais exames, dificilmente questionam os valores das medidas cefalométricas, fundamentando os seus tratamentos em medidas que podem ou não estar correctas. Os resultados do estudo de Silveira e Silveira (2006), por exemplo, mostraram uma diferença significativa entre a grande maioria das medidas cefalométricas radiográficas realizadas por profissionais de três diferentes clínicas odontológicas, relativamente as mesmas radiografias. A análise dos dados recolhidos nesse estudo permitiu constatar que a marcação dos pontos cefalométricos sobre as mesmas radiográficas foi executada em localizações diferentes o que, em

contexto real, poderia conduzir a tratamentos ortodônticos inadequados, por estarem baseados em medições pouco rigorosas. Estes achados corroboram resultados encontrados por vários outros investigadores em relação à variação inter-examinador na execução de um cefalograma (Lau; Cooke; Hagg, 1997; Chen et. al., 2000; Kamoen; Dermaut e Verbeeck, 2001). Da análise destes estudos fica evidente a necessidade de se avaliar com muito cuidado os valores apresentados nas análises cefalométricas, pois os valores das diferentes medidas apresentadas nos cefalogramas realizados pelas clínicas de radiologia odontológica não apresentam reprodutibilidade e existe disparidade significativa de valores na grande maioria das medidas cefalométricas (Silveira e Silveira, 2006). Esta informação é extremamente importante, pois essas diferenças podem influir na tomada de decisão em um planejamento ortodôntico ou cirúrgico ortognático dependendo da clínica que realizou a análise cefalométrica. Torna-se também evidente a necessidade de assegurar a calibração dos examinadores, considerando a grande possibilidade de ocorrência de erros na ausência dessa calibração.

Tendo em vista os aspectos referenciados, justifica-se a execução de um estudo com o intuito de desenvolver e testar um modelo interactivo de aprendizagem e calibragem em cefalometria radiográfica para ser utilizado quer no ensino de alunos da graduação e na formação contínua de profissionais, quer no suporte ao desenvolvimento de estudos cefalométricos comparativos, tendo presente que o progresso de qualquer domínio do conhecimento humano está associado à natureza dos instrumentos de medida que emprega e à precisão dessas medidas (Vianna, 1987). Este texto apresenta algumas das etapas deste longo processo de desenvolvimento, avaliação e validação de um produto multimédia para o ensino e a prática no domínio da cefalometria radiográfica e que conduziu à implementação do protótipo avançado da aplicação multimédia *Ceph-Learning*, disponível na web, a partir de um site desenvolvido para o efeito (ver figura 1). Neste texto daremos conta essencialmente do processo de desenvolvimento e validação da aplicação *Ceph-Learning*.

Figura 1 – Sítio web de divulgação do projecto e do sistema *Ceph-Learning*



4. Metodologia adoptada

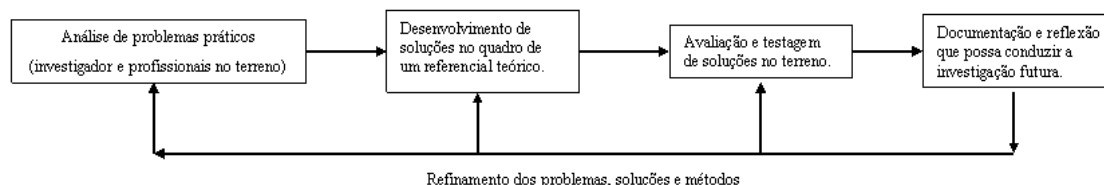
A informática clínica, incluindo aqui também os dispositivos informáticos para educação e formação na área clínica, é um campo multidisciplinar que envolve engenheiros e cientistas de computação, educadores e clínicos (Al-Rawahi, 2006:337). Neste contexto, o desenvolvimento de produtos (aplicações) multimédia interactivos para o ensino/formação no domínio clínico cruza-se também com o domínio da investigação no campo da tecnologia educativa (*instructional technology*), particularmente no que se refere às suas mais recentes tendências de promoção de actividades de investigação baseadas nas chamadas “metodologias de desenvolvimento – *development research*” (Coutinho & Chaves; 2001:899), as quais “(...) podem surgir na literatura sob designações diversas, como é o caso dos chamados ‘design experiments’ (Brown, 1992) ou da ‘formative research’ (Newman, 1990)” (*ibidem*).

O principal traço distintivo das metodologias de desenvolvimento situa-se mais no plano das finalidades da inv[estigação do que ao nível dos métodos utilizados (Van Den Akker; 1999:9). Para este

autor, “mais ainda do que outras abordagens metodológicas, a investigação com fins de desenvolvimento visa dar ao mesmo tempo, contributos práticos e científicos. Na busca de soluções inovadores para os problemas educativos, a interacção com os profissionais no terreno é... essencial! (...) A interacção com quem trabalha no terreno é necessária para clarificar o problema na sua fase inicial e para ajuizar da sua potencial solução. É por um processo iterativo de “aproximações sucessivas” e de “evolução do protótipo” que se rumam a intervenção “ideal”.” (Van Den Akker; 1999:8-9).

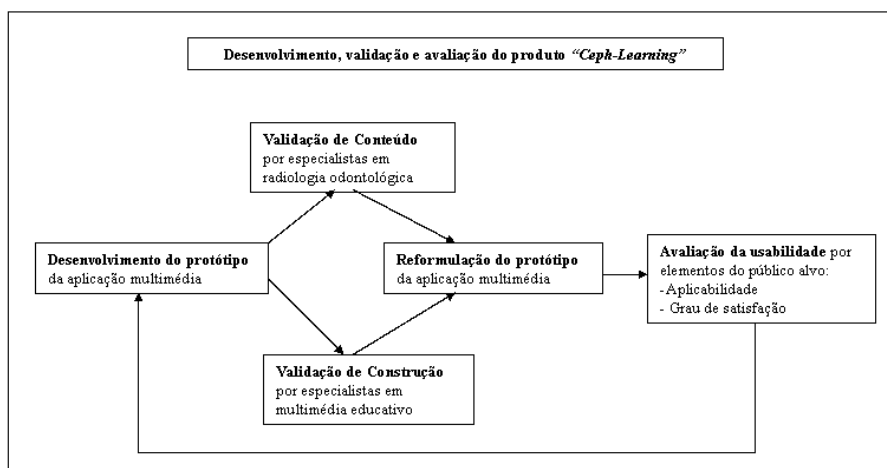
Coutinho e Chaves (2001:900) sistematizam a abordagem da investigação de acordo com uma metodologia de desenvolvimento através da representação esquemática que se apresenta na figura 2.

Figura 2 – Representação esquemática da metodologia de desenvolvimento segundo Coutinho e Chaves (2001) - adaptação



As metodologias de desenvolvimento revelaram-se particularmente adequadas ao contexto deste estudo. De facto, a motivação para a sua realização decorre da prática profissional do primeiro autor e de trabalhos prévios de investigação que levou a cabo (Silveira, Silveira & Bona, 2000, Marques, Silveira, Silveira & Dallabona, 2004, Silveira & Silveira, 2006) que lhe permitiram identificar claramente a existência de problemas no domínio do rigor das marcações cefalométricas, as quais têm implicações nas opções dos profissionais em termos de tratamento ortodôntico, ortopédico ou cirúrgico. Das constatações neste domínio, e partindo do conhecimento existente no domínio da utilização educativa das TIC, optamos pelo desenvolvimento de uma aplicação multimédia interactiva de aprendizagem e prática da cefalometria que está a ser objecto de avaliação, testagem e refinação no sentido de atingirmos um produto que revele ser um contributo efectivo para a aprendizagem e prática de exames cefalométricos, com aplicações no campo da formação inicial e contínua no domínio da odontologia, contribuindo assim para a resolução de um problema identificado na prática odontológica: a existência de um baixo nível de acordos nas marcações de pontos anatómicos. Neste sentido, estamos a levar a cabo um processo de desenvolvimento, validação e avaliação do *Ceph-Learning*, organizado em várias fases que tentamos sistematizar na representação esquemática da figura 3.

Figura 3 – Representação esquemática do processo de desenvolvimento, validação e avaliação do produto multimédia “Ceph-Learning”



5. Princípios gerais de desenvolvimento de software educativo – validação da aplicação multimédia *Ceph-Learning*

Na criação de ambientes tecnológicos de aprendizagem, os sistemas hipertexto e hipermedia têm vindo a assumir-se como uma ferramenta tecnológica capaz de promover a construção do conhecimento. Todavia, programas e computadores de alta performance não são uma solução mágica para resolver todos os problemas da educação. As novas mídias devem ser desenvolvidas dentro de uma abordagem pedagógica cuidadosamente delineada (Dede, 1995), sem contudo descuidar um conjunto de outros aspectos fundamentais para a maximização do potencial dos sistemas e produtos multimédia, como sejam os aspectos relacionados com os aspectos de interface, navegação e interactividade a que fazem referência

muitos investigadores (Dias, Gomes e Correia, 1998; Mayer, 1999; entre outros). No campo do multimédia/hipermédia por exemplo, os investigadores têm demonstrado que a interface dos modelos hipermédia tem um papel fundamental, visto que mudanças no design das interfaces podem originar diferenças substanciais no tempo de aprendizagem, na velocidade da performance, nas taxas de erro e na satisfação do utilizador com o produto (Shneiderman, 1992).

Neste contexto, procurámos estruturar e implementar uma aplicação multimédia levando em conta os principais critérios de qualidade associados ao desenvolvimento de um software educativo: validade, praticabilidade e eficácia.

No que se refere à **validação de conteúdo da aplicação *Ceph-Learning*** esta foi feita através da análise cuidada do seu conteúdo científico por parte de especialistas e profissionais no domínio, entre os quais o primeiro autor deste texto. Para esse efeito, foi elaborada uma listagem exaustiva dos conteúdos/conceitos abordados na aplicação *Ceph-Learning* a partir da qual se criou uma *check-list* utilizada pelos especialistas de conteúdo na qual estes registavam a sua concordância ou discordância em relação a três dimensões de análise dos conteúdos em causa: (i) rigor científico do conceito; (ii) clareza de linguagem utilizada; (iii) exercícios práticos adequados, sem que isso fosse impeditivo de fazerem observações, comentários ou sugestões adicionais. O conteúdo da aplicação multimédia *Ceph-Learning* foi analisado por dois especialistas/profissionais na área da odontologia, para além de dois dos co-autores deste texto que são também profissionais na área. Com base no preenchimento da *check-list*, foram feitos os reajustamentos necessários à versão inicial da aplicação, concluindo-se com esse processo esta fase de validação de conteúdo.

No desenvolvimento de qualquer software ou aplicação multimédia é importante assegurar a sua **validade de construção**, considerando o estado da arte nesse domínio, assegurando a qualidade do produto em relação a diversas dimensões, entre as quais podemos destacar algumas dimensões: (i) consistência de interface; (ii) adequação dos média; (iii) facilidade de navegação e orientação.

A **validação de construção da aplicação *Ceph-Learning*** foi feita através da análise cuidada do seu conteúdo científico por parte de especialistas e profissionais no domínio, entre os quais o primeiro e segundo autor deste estudo. Para esse efeito, foi elaborada uma listagem exaustiva dos conteúdos/conceitos abordados na aplicação *Ceph-Learning* a partir da qual se criou uma *check-list* utilizada pelos especialistas de conteúdo na qual estes registavam a sua concordância ou discordância em relação a três dimensões de análise dos conteúdos em causa: (i) rigor científico do conceito; (ii) clareza de linguagem utilizada; (iii) exercícios práticos adequados, sem que isso fosse impeditivo de fazerem observações, comentários ou sugestões adicionais.

No sentido de se proceder à validação de construção da aplicação *Ceph-Learning*, foram realizadas três sessões de análise da aplicação, nas quais, individualmente, 3 professores e investigadores no domínio da tecnologia educativa (dois da Universidade do Minho – Portugal e um da Universidade de Aveiro – Portugal), procederam à análise do protótipo inicial da aplicação e apresentaram os seus comentários e sugestões que foram posteriormente incorporadas na versão final do produto.

Durante o processo de validação de construção, adoptou-se como principal técnica de recolha de dados a técnica dos “protocolos verbais” (*think aloud protocols*), inspirados nas ideias de Ericsson (2002), e adaptando esta técnica ao contexto de análise do software educativo. No nosso contexto, uma das adaptações da técnica, consistiu em observações esporádicas por parte do observador, no sentido de chamar a atenção dos avaliadores de eventuais áreas da aplicação *Ceph-Learning* que não tivessem sido ainda “visitadas”, quando detectava sinais de que o avaliador estaria prestes a dar por concluída a sua “missão”. Trata-se de uma utilização mais flexível desta técnica, decorrente do objectivo para a qual a mesma foi utilizada e da natureza da tarefa em causa: analisar uma aplicação multimédia no sentido de validar aspectos da sua construção a que já nos referimos: (i) consistência de interface; (ii) adequação dos média; (iii) facilidade de navegação e orientação. Note-se que Boren e Ramey (2000) consideram igualmente esta possibilidade referindo que muitas vezes o principal objectivo que temos subjacente, não é compreender as estratégias e técnicas de resolução de problemas por si só (objectivo para o qual normalmente se utiliza a técnica do *think aloud protocol*), mas identificar problemas ou barreiras criadas pelo interface de um produto específico. Esta apropriação da técnica dos relatórios verbais, por outras áreas que não as áreas da psicologia, na qual obteve o seu reconhecimento primeiro, não é nova, e abarca áreas diversificadas como sejam, por exemplo, no estudo dos processos de compreensão de textos, no desenho de *surveys* e entrevistas e na testagem de software por utilizadores (Ericsson, 2002: s/pág.). A técnica dos relatórios verbais, foi complementada pelo registo de todos os movimentos que os avaliadores da aplicação realizaram ao longo da exploração da mesma, de modo a facilitar o processo de interpretação dos reportórios verbais obtidos. Na figura 4 pode observar-se o tipo de dispositivo montado para a obtenção deste registo.

Figura 4 – Dispositivo de registo das interações dos analistas/avaliadores da aplicação “Ceph-Learning”



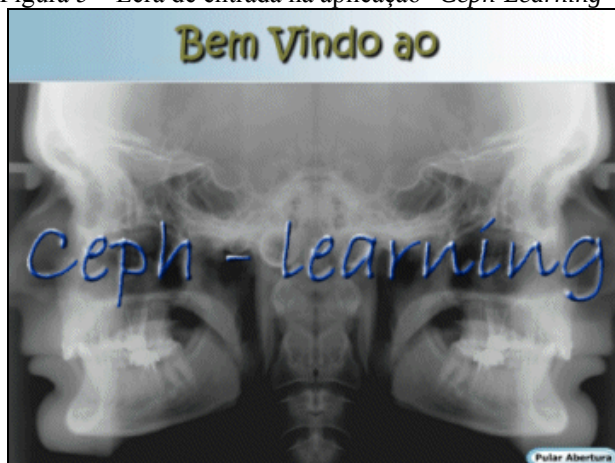
Após o processo de desenvolvimento da primeira versão do protótipo da aplicação *Ceph-Learning* e realizados os processos de “validação de conteúdo” e “validação de construção” da mesma, introduziram-se as alterações daí decorrentes, dando origem a uma segunda versão da aplicação que posteriormente será sujeita a uma fase da avaliação da sua usabilidade, com sujeitos correspondendo ao perfil do público-alvo a que a mesma se destina. Faremos de seguida uma apresentação da aplicação desenvolvida e algumas reflexões sobre desenvolvimentos futuros quer em termos de ampliação das potencialidades do produto *Ceph-Learning*, quer em termos dos estudos e investigações passíveis de serem realizados com base na mesma.

Descrição do produto multimédia interativo Ceph-Learning

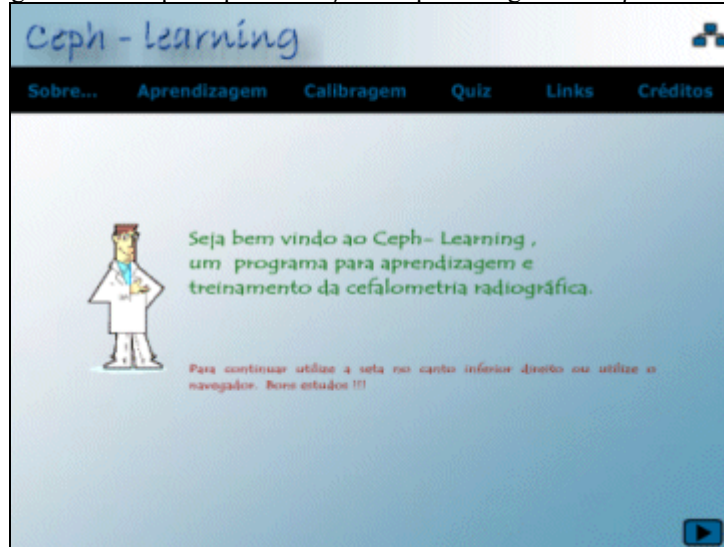
O computador escolhido para o desenvolvimento deste projecto foi um Pentium com 512mb de memória RAM e HD de 80Gb, pois apresenta memória suficiente para utilização e armazenamento das imagens com que foi necessário trabalhar no desenvolvimento deste produto. Em termos finais, estas características serão também as necessárias para a exploração do *Ceph-Learning* pelos utilizadores finais. O produto final será apresentado em cd-rom, com um dispositivo auto-executável e com hiperligações a sítios web.

O programa utilizado para a criação do modelo foi o Flash 8 (Macromedia, San Francisco - EUA), que permite o desenvolvimento de produtos multimédia com importação de imagens e criação de ferramentas interactivas. Foi com base neste software de autoria, que se implementou o produto multimédia referente à temática da cefalometria radiográfica, que se designou por *Ceph-Learning*. Na figura 5 pode visualizar-se uma imagem do ecrã de entrada da aplicação (embora este seja animado...).

Figura 5 – Ecrã de entrada na aplicação “Ceph-Learning”



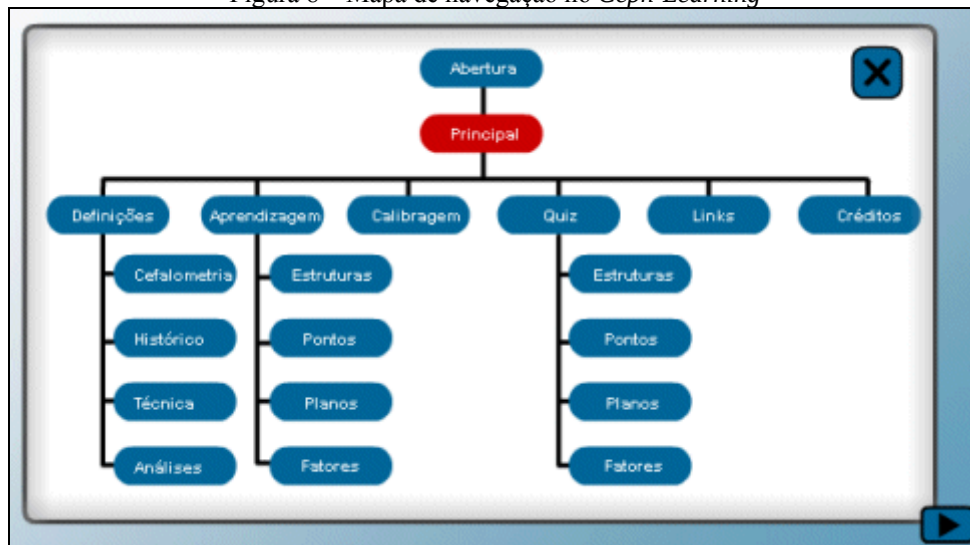
O *Ceph-Learning* está estruturado em duas secções principais. A primeira secção do *Ceph-Learning* orienta-se para a aprendizagem e/ou revisão e consolidação de conhecimentos teóricos, sendo abordados os aspectos anatómicos do complexo crânio-facial necessários para a identificação dos pontos e interpretação das medidas cefalométricas sob a forma de tutoriais. Esta secção inclui uma secção interactiva destinada à auto-avaliação de conhecimentos por parte do utilizador, o qual obtém feedback imediato quanto ao seu desempenho, no que respeita aos conteúdos abordados na aplicação. A figura 6 representa o ecrã inicial desta primeira secção.

Figura 6 – Ecrã principal da secção de aprendizagem no *Ceph-Learning*

A segunda secção da aplicação *Ceph-Learning* permite a prática da identificação e marcação cefalométrica feita sobre imagens digitalizadas de telerradiografias. As marcações realizadas pelo utilizador do sistema podem ser comparadas automaticamente com o padrão-ouro pré-estabelecido. Deste modo, o utilizador do sistema, pode verificar se identificou correctamente, dentro de uma margem de erro pré-estabelecida, os pontos anatómicos. Esta secção da aplicação *Ceph-Learning*, pode ser utilizada não só como forma de treino da prática de marcação cefalométrica mas também como suporte ao desenvolvimento de trabalhos científicos nesta área e na própria prática clínica. A figura 7 apresenta o ecrã inicial da secção referente à calibragem da marcação cefalométrica.

Figura 7 – Ecrã principal da secção de calibragem cefalométrica no *Ceph-Learning*

Após a entrada no ecrã principal do produto *Ceph-Learning*, o utilizador tem acesso a um conjunto de 4 menus principais designados Sobre... (apresentação do historial do conceito de cefalometria e aspectos associados); Aprendizagem; Calibragem e Quiz. Os dois primeiros menus são referentes à apresentação de conteúdos, o menu Calibragem dá acesso a um programa de calibragem em telerradiografias por meio do coeficiente de correlação intraclass (ICC) e o menu Quiz é referente à testagem-avaliação de conteúdos, dando acesso a um conjunto de perguntas e exercícios que o utilizador pode realizar obtendo no final. Existem ainda 2 botões interactivos que permitem aceder a uma secção de links relevantes e à ficha técnica do produto. O produto inclui ainda um mapa (interactivo) de representação da estrutura conteúdal do *Ceph-Learning* que se constitui como uma forma alternativa de navegação no conteúdo do produto. A figura 8 representa o mapa de navegação no *Ceph-Learning*.

Figura 8 – Mapa de navegação no *Ceph-Learning*

Linhas de desenvolvimento futuro do protótipo.

A necessidade de contínuo treino e aperfeiçoamento da cefalometria radiográfica é extremamente importante, atendendo ao facto de cada paciente ser um caso específico em termos morfológicos e funcionais, o que tem implicações directas nos tratamentos ortodônticos a adoptar. Isto sugere a necessidade de incluir na aplicação multimédia desenvolvida o maior número possível de radiografias, representando diferentes problemáticas do ponto de vista morfológico, e de correspondentes necessidades em termos de intervenções ortodônticas. Parece-nos também importante enriquecer o módulo de aprendizagem incluído no produto *Ceph-Learning*, com um conjunto diversificado de casos de estudo, incorporando o percurso de apresentação das radiografias, as marcações devidamente calibradas e aferidas entre peritos, a descrição dos problemas associados à análise cefalométrica, a descrição dos processos e tratamentos ortodônticos aplicados e a visualização dos resultados finais obtidos. Assim, uma das linhas de desenvolvimento futuro do protótipo construído será a sua colocação online ou a sua interligação a uma base de dados online que possa ser progressivamente alimentada com novas imagens radiológicas e respectivas marcações calibradas e enriquecida com progressivos casos clínicos. Este processo, desenvolvendo-se online, permitiria disponibilizar os recursos criados a toda a comunidade académica e profissional do Brasil (e exterior) criando novas oportunidades de formação inicial e contínua nesta área. Por outro lado, sendo um dispositivo acessível através da Internet, o seu desenvolvimento pode vir a ser organizado envolvendo académicos e clínicos conceituados, independentemente do seu local de residência. Estamos convictos de que o potencial da aplicação das tecnologias informáticas ao domínio da aprendizagem e consolidação de conceitos no campo da odontologia está ainda a dar os primeiros, mas seguros, passos, que permitem perspectivar novos desenvolvimentos neste e em outros produtos multimédia para a educação.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), órgão do Ministério da Educação do Brasil pelo apoio e concessão da bolsa de doutoramento sanduíche ao autor Heraldo Luís Dias da Silveira sem a qual não seria possível a realização deste estudo.

Referências bibliográficas

- Al-Rawahi, Zahra (2006). The e-Learning Evolution at Sultan Qaboos Univeristy (OMAN) College of Medicine and Health Sciences. *Ed-Media 2006 Proceedings*; 336-341.
- Arús, N.A. (2005). *Reprodutibilidade de Medidas Cefalométricas entre Especialistas e Clínicas de Radiologia*. Porto Alegre, 2005. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Catapan, A., & Fialho, F.A.P. (2001). Pedagogia e Tecnologia: a comunicação digital no processo pedagógico. In: *VIII Congresso Internacional De Educação À Distância*; Brasília. Anais Eletrônicos; Brasília. Disponível em: <http://www.ead.ufsc.br/profor/disciplinas/textos/texto007.pdf>. Acedido em: 7 de Junho de 2004.
- Chen, Y.J. et al. (2000). Comparison of Landmark Identification in Traditional versus Computer-aided Digital Cephalometry. *Angle Orthod.*, 70 (5), 387-392.

- Coutinho, C. & Chaves, J. (2001). Desafios à investigação em TIC na educação: as metodologias de desenvolvimento. In Paulo Dias & Cândido Varela de Freitas (orgs.), *Desafios 2001 : actas da Conferência Internacional de Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação*, Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI da Universidade do Minho; ISBN 972-98456-1-1, p. 895-903.
- Coutinho, C.P. (2005). Construtivismo e investigação em hipermedia: aspectos teóricos e metodológicos, expectativas e resultados. In International Institute of Informatics and Systemcis (Ed.), *Tecnologia educativa: Métodos de investigação*; pp.68-73.
- Dede, Chris. (1995). The Transformation of Distance Education to Distributed Learning. [Online]. Disponível em <http://www2.gsu.edu/~wwwitr/docs/distlearn/index.html> ; consultado em 21 de Fevereiro de 2007.
- Dias, P. (1993). Processamento da Informação, Hipertexto e Educação. *Revista Portuguesa de Educação*, 6 (1), , 71-83.
- Dias, P., Gomes, M. J., & Correia, A. P. (1998). *Hipermédia e Educação*. Braga: Edições Casa do Professor.
- Ericsson, K. (2002). Protocol Analysis and Verbal Reports on Thinking – an update and extracted version from Ericsson. [online] www.psy.fsu.edu/faculty/ericsson/ericsson.proto.thnk.html (consultado em 12.Fevereiro.2007).
- Hornbaek, K. (2006). Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64, 79-102.
- Kamoen, A., Dermaut, L., & Verbeeck, R. (2001). The Clinical Significance of Error Measurement in the Interpretation of Treatment Results. *Eur. J. Orthod.*, 23 (5), 569-578.
- Lau, P.Y.W., Cooke, M.S., & Hägg, U. (1997). Effect of training and experience on cephalometric measurement errors on surgical patients. *Int. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg.*, 12 (3), 204-213.
- Marques, A. G., Silveira, H. L. D., Silveira, H. E. D., & Dallabona, R. R. (2004). Avaliação Cefalométrica de Medidas Envolvendo os Incisivos por Diferentes Examinadores e sua Relação com o Tratamento Ortodôntico. *Revista Odonto Ciência*, 19 (44), 152-156.
- Mayer, R., (1999). Designing Instruction for Constructivist Learning. In C. Reigeluth (Ed) *Instructional Design Theories and Models. A New Paradigm of Instrucional Theory. Vol II.* (pp.141-161). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mirshawka Jr, V. Eaprender: A revolução do aprendizado on-line. Retrieved jun 7, 2004. Disponível em: http://www.eaprender.com.br/tiki-smartpages_view.php?page=eap_artigos_20.
- Rudolph, D.J., Sinclair, P.M., & Coggins, J.M. (1998). Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 113 (2), 173-179.
- Shneiderman, B. (1992). *Designing the user Interface: Strategies for effective Human-Computer Interaction*. New York: Addison-Wesley.
- Silveira, H. L. D., Silveira, H. E. D., & Bona, R. D. (2000). A Influência da identificação de pontos anatômicos nos resultados obtidos em análise cefalométrica. *Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre*, 42 (2), 41-43.
- Silveira, H.L.D., & Silveira, H.E.D. (2006). Reproducibility of Cephalometric Measurements Made by Three Radiology Clinics. *Angle Orthod.*, 76 (3), 394–399.
- Van der Akker, J. J. H. (1999). *Design approaches and tools in education and training*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Willis, B. (2004). *Distance Education at a Glance Guide 6: Computers in Distance Education*, Disponível em <http://www.uidaho.edu/eo/dist6.html> , consultado em 22 de Fevereiro de 2007.