

Informática na Fisioterapia: Sistema Multimídia de Apoio ao Aprendizado dos Testes de Força Muscular

Luciana V. Castilho¹, Heitor S. Lopes¹, Wagner R. Weinert¹

¹Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial –
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Av. Sete de Setembro, 3165 – Curitiba – PR – Brasil

{castilho, weinert}@cpgei.cefetpr.br, hslopes@pesquisador.cnpq.br

Abstract. *This work describes a tutorial system development for the support to muscular strength tests learning. These tests are essential for a physical therapy diagnosis. This subject is crucial for the physical therapist. Its importance and complexity motivated the development of TFM, a multimedia learning support system. It integrates hypertext, movies, animated pictures and sound as recommended by constructivism paradigm. We did a quantitative analysis with physical therapists students and a qualitative analysis with physical therapists and informatics students for testing the system's performance. Results suggest that this is an innovator alternative that confirms the usefulness of informatics in Physical Therapy education.*

Resumo. *Este artigo descreve o desenvolvimento de um software para auxílio ao aprendizado dos testes de força muscular. Estes testes são utilizados durante a avaliação fisioterapêutica e embasam o diagnóstico do paciente. O software integra hipertexto, animações, filmes e sons, adequando-se ao paradigma educacional construtivista. Para testar o sistema realizou-se uma análise quantitativa com acadêmicos do curso de Fisioterapia e uma análise qualitativa com fisioterapeutas e acadêmicos do curso de Bacharelado em Informática. Os resultados desta análise indicam que esta iniciativa é inovadora para a área da Fisioterapia e que houve aprovação da aplicação da informática nesta área tanto pelos profissionais quanto pelos acadêmicos.*

1. Introdução

O objetivo principal da Fisioterapia é restaurar a funcionalidade do indivíduo. O papel de um fisioterapeuta é avaliar a disfunção do movimento e procurar um meio adequado de levar o paciente a readquirir a função, chegando o mais próximo possível do que se considera normalidade fisiológica. Assim, uma avaliação correta é fundamental para fornecer o diagnóstico cinésiológico-funcional (fisioterapêutico) preciso.

A importância dos testes de força muscular se concentra em detectar a eficiência na força de tração dos músculos. Estes, quando em equilíbrio, contêm as estruturas articulares e provêm as condições de alavanca para que ocorra o movimento e a função, que é o objeto de trabalho dos fisioterapeutas. Ao se iniciar o procedimento de avaliação, realiza-se a anamnese, segue-se com uma inspeção visual e então se aplicam os testes de força muscular durante o exame físico do paciente [1]. Com base nestas informações o diagnóstico fisioterapêutico é estabelecido.

Segundo relato de alunos e professores da área, a dificuldade em conhecer os testes de força muscular tem início ainda durante a formação acadêmica. Jan, Hilal, Salvia e colaboradores corroboram com esta observação afirmando que estudantes da área de saúde têm dificuldades em aprender os aspectos dinâmicos da Cinesiologia [2].

Os livros de Cinesiologia que representam estes testes têm somente imagens estáticas. Isto dificulta o entendimento do movimento do teste durante o estudo. Além disto, a quantidade de informação para ser memorizada pelo aluno é muito grande, considerando-se o número de músculos e testes existentes e a rapidez com que se deve lembrar do teste para aplicá-lo no momento da avaliação. Ao todo são 107 testes de força muscular descritos na literatura.

Para Kendall, McCreary e Provance, a ciência demanda uma atenção rigorosa para cada detalhe, pois testes não acurados levam a diagnósticos errados com sérias consequências [3]. Isto justifica a necessidade de um aprendizado eficiente do conteúdo.

Motivando-se pelas dificuldades dos acadêmicos dos cursos de Fisioterapia no aprendizado dos testes de força muscular e pela impossibilidade de se representar dinamicamente o movimento destes testes nos livros, neste trabalho se propõe o uso da informática na educação em Fisioterapia, através de um sistema multimídia de apoio ao aprendizado destes testes.

A elaboração deste software tem como principal objetivo auxiliar a aprendizagem do aluno de forma complementar, isto é, após as aulas presenciais da disciplina de Cinesiologia. Este sistema permite que o aluno visualize a execução de cada teste durante seu estudo fora de sala de aula. Desta forma pretende-se tornar o processo de ensino-aprendizagem o mais próximo do real, através de simulações dos movimentos, antes somente representados pelas figuras estáticas dos livros. Outro aspecto que faz considerar relevante o desenvolvimento deste sistema é que praticamente não existem softwares direcionados para a área de Fisioterapia, embora existam muitos para outras áreas da saúde.

Neste artigo apresenta-se uma breve fundamentação teórica sobre informática na saúde, informática na educação e testes de força muscular, a metodologia e a avaliação do sistema, e finalmente as conclusões.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Informática em Saúde e na Educação

A informática em saúde é a aplicação de computadores e da tecnologia da informação para o desenvolvimento de pesquisas e técnicas nesta área, assim como para a educação profissional e acadêmica [4]. É fato que em poucos anos a informática oferecerá suporte para a maioria dos serviços das áreas da saúde [5]. Entretanto, historicamente, a grande maioria das aplicações da informática em saúde é focalizada na Medicina. Em uma proporção significativamente menor, há aplicações recentes em Enfermagem, Odontologia, Nutrição e outras.

Relatos da aplicação da informática na Fisioterapia são muito raros, porém, sempre com resultados otimistas. McGouwn e Faust descrevem um programa piloto para o ensino em Fisioterapia, no qual desenvolveu-se um software de revisão para conteúdos de anatomia e cinesiologia [6]. Os resultados indicaram excelentes ganhos de aprendizagem. Washington e Parniampour relatam o desenvolvimento de um sistema tutorial para o ensino da biomecânica, através do qual houve aprendizagem significativa [7]. Saarinen-Rahika e Binkley realizaram um experimento utilizando um sistema tutorial com aprendizagem baseada em problemas [8]. Neste estudo o desempenho dos alunos submetidos ao software também foi superior aos demais. Mais recentemente, Gonzaga desenvolveu um software para apoio ao ensino da avaliação da atividade reflexa em recém-nascidos [9]. E, Osaku elaborou um sistema de apoio ao ensino de

ventilação mecânica, sendo que em ambas abordagens os softwares foram mais eficientes que os livros no suporte ao aprendizado [10].

No processo de ensino-aprendizagem, para que o aprendizado aconteça é necessário que este ocorra simultaneamente ao ensino. O computador tem sido um novo paradigma para a educação e vem a ser mais um recurso aliado a este processo. Para Quartiero a presença de tecnologias de informação e de comunicação nos processos educacionais é cada vez mais notória e paulatinamente se tornará imprescindível [11].

As teorias de aprendizagem buscam entender os atos de ensinar e de aprender. Para Weisz, a teoria sociointeracionista (paradigma construtivista) é o modelo que mais favorece o processo de ensino-aprendizagem [12]. Nesta teoria, o conhecimento é incorporado pelo aluno através da prática do real. Assim, o aluno é capaz de transformar informações em conhecimento. O aluno é o protagonista e o professor, além de especialista, passa a ser o articulador, o orientador [13].

Embora não existam avaliações definitivas sobre o desempenho da aplicação da informática na educação, sabe-se que ela atrai mais a atenção dos alunos e que torna mais fácil o aprendizado de disciplinas consideradas complexas [14].

Entre as modalidades dos softwares educativos, a multimídia é a que mais se destaca. Segundo Perrenoud, a individualidade, a simulação de cenários reais, a realimentação e a visualização são os principais pontos positivos desta na educação [15]. Sant'anna, Enricone, André e colaboradores confirmam esta informação destacando que no método de ensino oral o aluno tem somente 10% de retenção do aprendizado, pelo método visual tem 20%, enquanto pelos métodos visual e oral simultaneamente o aluno pode atingir 65% de retenção do conteúdo [16].

2.2. Testes de Força Muscular

Os testes de força muscular determinam a capacidade dos músculos para desempenhar o movimento. Estes testes são parte integrante dos procedimentos necessários à avaliação da função e da força de músculos individuais e de grupos musculares [3] [17] [18].

No meio acadêmico estes testes fazem parte do conteúdo da disciplina de Cinesiologia de um curso de graduação em Fisioterapia. O aprendizado destes testes ocorre nos períodos iniciais do curso com o objetivo de incentivar a habilidade de diagnóstico dos alunos. Os testes são ferramentas úteis que embasam e complementam o diagnóstico cinesiológico-funcional feito pelo profissional fisioterapeuta. Além disto, Clarkson afirma que a execução adequada dos testes de força muscular é essencial na avaliação da progressão e da eficácia do tratamento [17].

A Figura 1 representa como um livro descreve o teste para o músculo flexor ulnar do carpo e as suas variáveis. Junto com a representação visual, apresenta-se a descrição das variáveis do teste: paciente sentado ou em decúbito dorsal; prova em flexão do punho no sentido do lado ulnar; na fixação o antebraço é suportado pelo terapeuta e a pressão é aplicada contra a eminência hipotenar na direção da extensão.

A simples observação da figura e a sua descrição textual são distantes da realidade do movimento. Além disto, a descrição necessariamente envolve abundante terminologia anatômica que o aluno deve dominar. Isto demonstra o quão difícil é a compreensão dos testes por um aluno de graduação. Também deve-se considerar que são 107 testes perfazendo uma vasta quantidade de informações, com variáveis e movimentos diferentes, e que, em última análise, precisam ser interpretados através das ilustrações e memorizados pelos estudantes.

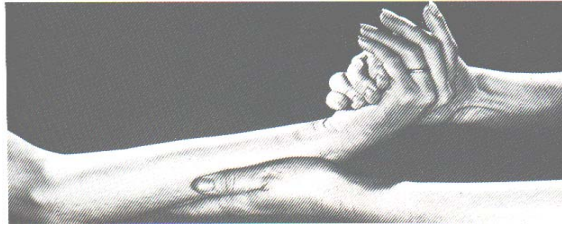


Figura 1. Teste para o músculo flexor ulnar do carpo. Adaptado de [3]

3. O Software TFM

Desenvolveu-se um software, denominado de TFM, como apoio ao aprendizado dos testes de força muscular. O sistema foi formulado de acordo com a teoria pedagógica do construtivismo. Esta teoria defende um aprendizado ativo e individualizado, em que o conhecimento é adquirido através da interação do aluno com um ambiente real, neste caso simulado pelos vídeos e animações do software.

O software TFM pode ser classificado como software educativo de acordo com os critérios elaborados por Proença e Maia: interface simples e intuitiva, presença de vídeos, animações e exemplos relacionados ao conteúdo, existência de sistemas de orientação, navegação e auto-avaliação, e descrição de uma bibliografia adicional [19].

Quanto à modalidade dos softwares educativos, o TFM possui características de softwares multimídia, por possuir múltiplos recursos de estimulação do aprendiz, como os vídeos, as animações, as narrações e os textos. O TFM contempla as formas de ensino: visual, oral e escrito, o que o torna adaptável ao perfil de aprendizado do usuário.

Para a extração do conhecimento a ser incorporado no sistema selecionou-se como referencial teórico os principais autores da área de Cinesiologia. As obras selecionadas são as mais utilizadas no meio acadêmico pelos alunos de graduação em Fisioterapia durante o processo de ensino-aprendizagem dos testes de força muscular. Os autores selecionados foram [17], [20], [21] e [3]. O primeiro autor foi escolhido por ser a literatura mais recente disponível nesta área. A escolha dos demais autores foi baseada na literatura sugerida como referência básica na disciplina em cursos de Fisioterapia.

O sistema representa os testes de força muscular referentes a membros inferiores e tronco. Ao final de cada etapa de aprendizado o aluno é submetido a uma avaliação de desempenho que sugere os conteúdos que devem ser revistos. As animações referentes a cada teste foram produzidas utilizando-se o software Macromedia Flash MX 2004.

3.1. Modelagem do Sistema

A realização de um modelo lógico antes de se implementar um modelo físico de um sistema resulta em um software de melhor qualidade e com menos deficiências [23]. O TFM foi planejado utilizando como metodologias o Diagrama de Casos de Uso (DCU) e o Diagrama de Transição de Estados (DTE).

A construção do DCU é uma das fases iniciais do projeto de um software e tem como objetivo esclarecer todos os serviços que o sistema deverá fornecer ao usuário. O desenvolvimento deste diagrama deve antecipar a elaboração do DTE, pois o diagrama de casos de uso demonstra os eventos que ocorrem no sistema e torna possível imaginar o caminho pelo qual o usuário pode navegar ao interagir com os serviços fornecidos pelo sistema. Embasando-se no DCU desenvolveu-se o DTE [24].

3.2. Vídeos e Narrações

No TFM, os vídeos referentes aos testes de força muscular são apresentados ao lado das animações. Estes vídeos têm a finalidade de representar espacialmente cada teste. Os vídeos foram obtidos através de filmagens com uma câmera digital de resolução 640 x 480 *pixels*. As narrações presentes no software foram gravadas em um estúdio digital e relatam as variáveis de cada teste simultaneamente à visualização de seu respectivo vídeo. Assim, o aluno pode ver a dinâmica do teste e ao mesmo tempo ouvir a narração de como executá-lo. Isto corrobora com a afirmação de Sant'anna, André, Enricone e colaboradores de que quando se associa as formas de ensino visual e oral simultaneamente, aumenta-se a retenção do conteúdo pelo aluno [6].

3.3. Processo de Animação dos Testes de Força e Implementação do Software

O Macromedia Flash é um software muito utilizado para criação de gráficos vetoriais e animações interativas. *Designers* utilizam o Flash para criar interfaces de navegação, ilustrações técnicas, animações ou outros efeitos de alta qualidade gráfica, escaláveis e compactos. O Flash gera gráficos vetoriais que são menores que os arquivos *bitmap* e não perdem resolução quando ampliados [22].

A criação e a manipulação das imagens que serão animadas ocorrem em uma parte do software denominada de palco. Considerando-se que um filme ocorre pela visualização de sucessivos *frames* (quadros), na linha do tempo do Flash é possível determinar em que *frame* (quadro) a animação deve iniciar e em que *frame* ela deve terminar, estabelecendo a duração da mesma. A possibilidade de se inserir figuras em diferentes camadas desta linha do tempo permite que vários objetos de um mesmo filme sejam animados de forma independente. Como exemplo, pode-se citar uma mão com dedos que realizam vários movimentos. Quando estes movimentos são representados por um filme desenvolvido em Flash, cada dedo é animado em uma camada para que seja possível realizar movimentos diferenciados, isolados ou em períodos distintos.

As animações tornam real o movimento do teste. Apresentam também a localização do músculo testado no esqueleto humano e o posicionamento e direcionamento das mãos do fisioterapeuta durante o teste. Nos livros este movimento é originalmente representado por textos e fotografias em preto e branco, um método de ensino bastante distante da realidade.

Os testes modelados e animados no Flash MX 2004 foram posteriormente importados para compor as representações multimídia de cada tela do software TFM.

Para implementar a maior parte das telas do TFM foi utilizado o software de autoria Macromedia Director MX 2004 que permite criar apresentações visuais e multimídia interativa com áudio e vídeo. O Director é baseado em uma metáfora de uma produção teatral. Toda ação acontece no palco e os elementos que compõem o elenco deste palco são denominados de *sprites*. A seqüência de telas da multimídia ocorre de acordo com uma linha do tempo chamada *score*. Esta linha determina onde e quando os membros do elenco devem estar. Um arquivo executável gerado pelo Director é chamado de filme.

A Figura 2 mostra a interface com o usuário em uma das telas de teste de força muscular. Através dos botões é possível acionar a animação e o vídeo individualmente ou simultaneamente. Quando o vídeo é acionado, a narração das variáveis do teste em questão é iniciada, e quando o vídeo é pausado a narração também é interrompida.

3.5. Implementação dos Questionários de Auto-avaliação

O software TFM possui questionários colocados no final do aprendizado dos testes de cada segmento corporal. Estes questionários visam quantificar o conhecimento do aluno a respeito dos testes estudados.

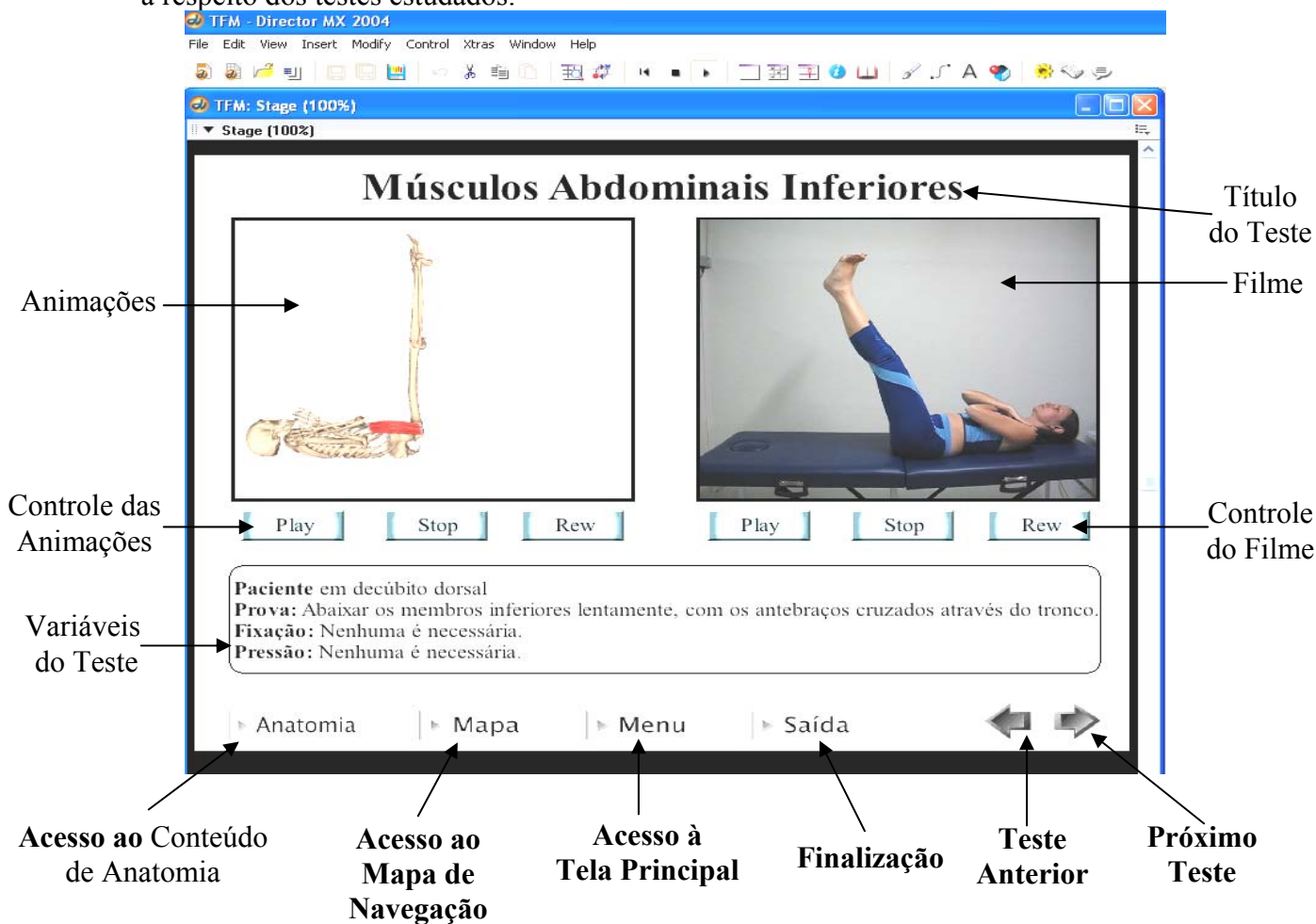


Figura 2. Tela referente ao teste para os músculos abdominais inferiores

A interatividade promovida por estes questionários tem grande relevância para que o *software* TFM se insira no contexto do paradigma educacional emergente descrito por Moraes, onde se preconiza a utilização de um aprendizado ativo, autônomo e centrado no usuário [25].

Para a implementação dos questionários do software utilizou-se a ferramenta de programação Borland CBuilder® versão 5.0. A base de dados que contém as perguntas referentes aos testes de força muscular de tronco é composta por 20 perguntas e a base referente aos testes de membros inferiores é composta por 40 perguntas. Em cada acesso aos questionários apresenta-se ao usuário 10 perguntas selecionadas aleatoriamente. Após responder o questionário o usuário recebe um relatório com o número de acertos obtidos e as sugestões dos testes de força muscular cujos conteúdos devem ser revistos, pois correspondem às questões respondidas incorretamente.

4. Avaliação do Sistema

Para avaliação do software TFM realizou-se uma análise quantitativa com acadêmicos do curso de Fisioterapia, comparando o aprendizado de um grupo que utilizou o software com o de um grupo controle que não teve contato com o sistema. Esta

avaliação teve como principal objetivo verificar se o TFM foi mais efetivo na promoção do aprendizado dos testes de força muscular do que os livros. Também foram realizadas avaliações qualitativas com profissionais fisioterapeutas para analisar o potencial de interatividade e de usabilidade do software, e avaliações com acadêmicos da área da informática com a finalidade de coletar observações sobre a interface e a diagramação do sistema.

4.1. Avaliação Quantitativa

Para análise quantitativa do desempenho do software TFM solicitou-se a participação de alunos do terceiro período de um curso de Fisioterapia. Estes alunos foram divididos em 2 grupos. No grupo A estavam os alunos que aprenderam os testes de força muscular através dos métodos tradicionais de ensino e através do software. No grupo B estavam os alunos que aprenderam os testes de força muscular somente através dos métodos convencionais de ensino.

O software foi instalado em 10 microcomputadores da biblioteca da instituição e esteve disponível para o acesso dos alunos do grupo A por 14 dias.

Para quantificação do aprendizado aplicou-se um questionário composto por 20 questões objetivas a respeito dos testes de força muscular de membros inferiores. O grupo A obteve média 5 com desvio padrão de 1,633 e o grupo B obteve média 4 com desvio padrão de 1,961.

Verificou-se que no grupo A, 43% dos alunos obtiveram um número de acertos superior a 50% e, no grupo B, apenas 29%. Assim, pode-se afirmar que o aprendizado com o auxílio do software TFM foi maior do que aquele realizado somente através dos livros.

4.2. Avaliação Qualitativa com Profissionais Fisioterapeutas

Um total de 10 profissionais fisioterapeutas colaboraram em uma avaliação qualitativa do TFM. Entende-se que os profissionais possuem uma opinião mais consistente sobre a Fisioterapia e a importância dos testes de força muscular neste contexto. Sete dos 10 fisioterapeutas atuavam como professores de cursos de Fisioterapia e o tempo médio de formado destes fisioterapeutas era 8 anos.

Após a demonstração do software aplicou-se um questionário para que os mesmos respondessem. As questões objetivavam saber se o fisioterapeuta, enquanto aluno, teve dificuldade no aprendizado dos testes de força muscular e se teria interesse em um método de ensino diferenciado para este conteúdo.

Além disto, este teste buscou avaliar a aprovação do software TFM como uma inovação no ensino da Fisioterapia, capaz de proporcionar um melhor desempenho aos acadêmicos. Também buscou-se analisar se a interface do software é agradável e simples para profissionais da área de saúde, que geralmente têm pouca afinidade com a informática, assim como saber se a forma de avaliação e de interação propostas através do questionário de auto-avaliação é considerada efetiva. Nesta análise, 80% dos fisioterapeutas responderam que no aprendizado acadêmico através dos métodos tradicionais de ensino, obtiveram entre 40% e 70% de desempenho e apenas 20% relataram desempenho acadêmico superior a 70%. Quanto ao aprendizado através de livros, 40% relataram que foi interessante, 20% que foi moderadamente interessante e 40% que foi pouco interessante.

Por unanimidade, os profissionais consideraram os testes de força muscular um conteúdo difícil de se aprender. No entanto, julgaram o conhecimento deste conteúdo

muito importante para a vida profissional. Isto corrobora com a afirmação dos mesmos acreditarem que a utilização do software TFM possa facilitar o aprendizado acadêmico deste conteúdo. A interface do software foi considerada agradável e de simples utilização por 90% dos profissionais, enquanto apenas 10% relataram que a sua utilização é razoável. Isto pode ser avaliado como um bom resultado, pois nenhum dos fisioterapeutas considerou a utilização complexa ou a interface desagradável. Todos julgaram eficiente a interação com o usuário através dos questionários de auto-avaliação. Isto reitera a tentativa de adequar o software às recentes tendências pedagógicas que propõem um aprendizado ativo.

Ao comparar a representação dos testes no software TFM com a dos livros, 90% dos fisioterapeutas julgaram o software TFM superior aos livros e apenas 10% relataram que a representação no software é tão eficiente quanto a representação nos livros.

4.3. Avaliação Qualitativa com Acadêmicos da Área de Informática

Para realizar uma avaliação com usuários da área de informática, aplicou-se um questionário a acadêmicos do curso de Bacharelado em Informática. Estes acadêmicos cursavam a disciplina Interação Homem-Máquina e, portanto, possuíam conhecimento suficiente para avaliar aspectos da interface e da diagramação do sistema.

Nesta avaliação apresentou-se aos alunos as características gerais delimitadas por [19] para um software educativo. Posteriormente solicitou-se a cada acadêmico que opinasse aprovando ou desaprovando cada característica e justificando o porquê da sua opinião.

Entre as justificativas que os acadêmicos forneceram em cada item avaliado foi possível identificar as seguintes sugestões: necessidade de visualização das animações e dos vídeos em diferentes perspectivas e tamanhos, sincronização das animações com os vídeos para que ambos possam ser assistidos simultaneamente, aumento da interatividade inserindo imagens nos questionários de auto-avaliação e aperfeiçoamento da interface para despertar mais interesse no usuário.

5. Conclusões

A avaliação quantitativa demonstrou um resultado dentro das expectativas. Acredita-se que o melhor desempenho do grupo A pode ter sido influenciado pela utilização do software TFM como apoio ao processo de ensino-aprendizagem. Porém, foi perceptível a falta de motivação dos alunos do curso de Fisioterapia em testar um novo software, diferentemente do que ocorre com alunos de cursos da área tecnológica. Isto reafirma que os profissionais das áreas da saúde têm pouco conhecimento e afinidade com a área de informática, o que também se deve à quase inexistência de softwares voltados para a Fisioterapia.

Em avaliações futuras acredita-se que será necessário promover uma maior demonstração do sistema, como forma de incentivar os alunos a utilizar a informática para melhorar sua aprendizagem. As médias consideravelmente baixas, obtidas nos resultados da aplicação do questionário para ambos os grupos que participaram da avaliação quantitativa, sugerem que os testes de força muscular são, de fato, um conteúdo bastante difícil. Assim, acredita-se que qualquer nova abordagem que objetive melhorar este aprendizado, ou fornecer mais subsídios para que o mesmo ocorra, pode ser considerada como uma alternativa válida para que se promova com mais eficiência o processo de ensino-aprendizagem deste conteúdo.

Os resultados obtidos através da avaliação qualitativa com fisioterapeutas foram muito satisfatórios. As respostas coletadas por meio do questionário sugeriram que praticamente todos os que participaram do teste do sistema acreditam que o software TFM pode melhorar o processo de aprendizado dos testes de força muscular. Este resultado é bastante motivador, uma vez que, entre os 10 profissionais que participaram da avaliação, 7 eram professores de cursos de Fisioterapia e conheciam as dificuldades acadêmicas. Considera-se que os resultados foram positivos porque nenhum dos fisioterapeutas relataram que os livros representam melhor os testes de força muscular do que o software.

A avaliação realizada pelos acadêmicos da área de informática revelou que a diversidade de recursos audiovisuais incorporados no software TFM, caracterizado como um sistema multimídia, possibilita uma boa interatividade com o usuário. Portanto, o projeto e a implementação deste software contemplou as características de um software educativo descritas na literatura.

No que diz respeito às sugestões fornecidas por estes usuários, acredita-se que a sincronização das animações e dos vídeos possa confundir os alunos durante o aprendizado, pelo excesso de estímulos visuais simultâneos. Outro aspecto importante a ser considerado é que a sofisticação da interface pode dificultar a acessibilidade dos usuários, pois os mesmos não são da área de informática. Porém, as observações para aumento da interatividade do aluno com o software devem ser consideradas, por este ser um aspecto fundamental à melhor adequação do software ao paradigma educacional emergente descrito por [25], no qual a característica principal da tecnologia aplicada à educação é a possibilidade do aluno ter uma postura mais ativa diante do processo de ensino-aprendizagem.

A metodologia de desenvolvimento do software TFM mostrou-se eficiente na elaboração de um sistema multimídia de apoio ao aprendizado dos testes de força muscular que fosse mais didático que os livros. Entende-se que a utilização do software Macromedia Flash MX 2004 foi uma alternativa apropriada, pois permitiu a criação de modelos animados que simulassem a execução de cada teste de força muscular. De maneira análoga, a escolha do software Macromedia Director MX 2004 foi adequada, porque possibilitou a implementação de um sistema que gerenciasse as animações, os vídeos, as narrações e os textos sobre os testes.

O *design* da interface do software, seu sistema de navegação, os questionários de auto-avaliação, além de outros serviços que o mesmo possui, foram desenvolvidos buscando corresponder ao que determinam as recentes tendências pedagógicas. Seguiu-se o princípio do construtivismo (teoria sociointeracionista), em que o conhecimento é adquirido pela prática do real, através de um aprendizado ativo, autônomo e centrado no aluno, que permite progresso individualizado e iniciativa para receber estímulos do meio e exercer alguma ação sobre este [12].

É muito importante ressaltar que, devido à quase inexistência de softwares para área de Fisioterapia, pode-se dizer que o software TFM é uma abordagem inovadora com grande possibilidade de causar impacto no ensino de Fisioterapia. Devido à grande aceitação por parte dos profissionais fisioterapeutas, onde a maioria eram professores, acredita-se que o software TFM poderá ser uma ferramenta eficaz de apoio ao acadêmico de Fisioterapia, para que o mesmo desenvolva suas habilidades de diagnóstico.

Como considerações finais, deve-se salientar a contribuição social deste sistema, uma vez que o mesmo modificou o cotidiano de acadêmicos e profissionais

fisioterapeutas, pois demonstrou a existência de novos modos de se educar, permitindo-lhes ter acesso a um paradigma educacional emergente.

6. Referências

- [1] J.J. Cipriano, W.T. Jahn, and M.E. White, *Manual Fotográfico de Testes Ortopédicos e Neurológicos*, Manole, São Paulo, 1999.
- [2] S.V.S. Jan, I. Hilal, P. Salvia, V. Sholuka, P. Poulet, I. Kirokoya, and R. Marcel, "Data Representation for Joint Kinematics Simulation of the Lower Limb Within an Educational Context", *Medical Engineering and Physics*, 2003, 25(3), pp. 213-220.
- [3] F.P. Kendall, E.K. McCreary, and P.G. Provance, *Músculos, Provas e Funções*, Manole, São Paulo, 1995.
- [4] E.H. Shortliffe, L.E. Perreault, G. Wiederhold, and L.M. Fagan, *Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*, Springer-Verlag 2nd ed., New York, 2001.
- [5] M. Fieschi, "Information Technology is Changing the Way Society Sees Health Care Delivery", *International Journal of Medical Informatics*, 2002, 66(3), pp. 85-93.
- [6] H. McGown and G.W. FAUST, "Computer-assisted Instruction in Physical Therapy: a pilot program", *Physical Therapy*, 1971, 51(10), pp. 1113-1120.
- [7] N. Washington, and M. Parnianpour, "Using CAI to Accommodate a Variety of Learning Styles in a Biomechanics Course", *Biomedical Science Instruments*, 1997, 33, pp. 41-46.
- [8] H. Saarinen-Rahiika, and J.M. Binkley, "Problem-based in Physical Therapy: a review of the literature and over view of the McMaster university experience", *Physical Therapy*, 1998, 78(2), pp.195-209.
- [9] C.D.T. Gonzaga, *A Informática na Fisioterapia: Uma Aplicação no Ensino da Avaliação da Atividade Reflexa do Recém-Nascido*, Curitiba, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 86p.
- [10] E.F. Osaku, *Desenvolvimento de um Software Didático para o Apoio no Aprendizado de Ventilação Mecânica*, Curitiba, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 97p.
- [11] E.M. Quartiero, "As Tecnologias da Informação e Comunicação e a Educação", *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 1999, 4, pp. 69-74.
- [12] T. Weisz, *O Diálogo entre o Ensino e a Aprendizagem*, Ática, São Paulo, 2000.
- [13] B.C. Magdalena, and M. Messa, "Educação à Distância e Internet em Sala de Aula", *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 1998, 2.
- [14] S.F. Tajra, *Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade*, Érica, São Paulo, 2001.
- [15] P. Perrenoud, *Dez Novas Competências para Ensinar*, Artes Médicas Sul, Porto Alegre, 2000.
- [16] F.M. Sant'anna, D. Enricone, L.C. André, and G.M.G. Turra, *Planejamento de Ensino e Avaliação*, Sagra-Luzzatto, 11 ed., Porto Alegre, 1998.
- [17] H.M. Clarkson, *Avaliação Musculoesquelética: amplitude de movimento articular e força muscular manual*, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2002.
- [18] L.K. Smith, E.L. Weiss, and L.D. Lehmkuhl, *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom*. Manole, São Paulo, 1997.
- [19] A. Proença, and J. Maia, "Matriz Hipermédia para Desenvolvimento de Matéria Pedagógico", In: *Anais do Simpósio de Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo*, Convento dos Capuchos, Costa da Caparica, Portugal, 1996.
- [20] N.C. Cutter, and C.G. Kevorkian, *Provas Funcionais Musculares*, Manole, São Paulo, 2000.
- [21] H.J. Hislop, and J. Montgomery, *Daniels & Worthingham: provas de função muscular – técnicas de exame manual*, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996.
- [22] R. Lentz, and S. Dowd, *Macromedia Flash MX 2004: a Bíblia*, Campus, Rio de Janeiro, 2004.
- [23] C. Gane, and T. Sarson, *Análise Estruturada de Sistemas*, Livros Técnicos e Científicos, 19 ed., Rio de Janeiro, 1999.
- [24] C. Larman, *Utilizando UML e Padrões*, Bookman Companhia, 2 ed., Porto Alegre, 2004.
- [25] M.C. Moraes, *O Paradigma Educacional Emergente*, Papirus, 4 ed., São Paulo, 1997.