

Artigo original

O USO DE SISTEMAS ESPECIALISTAS PARA APOIO À SISTEMATIZAÇÃO EM EXAMES ORTOPÉDICOS DO QUADRIL, JOELHO E TORNOZELO

THE USE OF SPECIALIST SYSTEMS FOR SUPPORT TO ORGANIZATION IN ORTHOPEDICAL EXAMS OF THE HIP, KNEE AND ANKLE

Resumo:

¹Jefferson Paixão
Cardoso; ^{1,2}Claudia Ribeiro
Santos Lopes; ^{1,3}Rodrigo
Santos de Queiroz;
^{1,2}Valéria Argolo Rosa;
³Alba Benemerita Alves
Vilela
¹Grupo de Pesquisas em
Informática na Educação
²Departamento de Química e
Exata
³Departamento de Saúde
Universidade Estadual do
Sudoeste da Bahia
Jequié, BA
E-mail: jeffry@bol.com.br

Este trabalho objetiva mostrar que sistemas especialistas podem ser utilizados para apoio à sistematização em exames ortopédicos de quadril, joelho e tornozelo. Nessa perspectiva, foi gerado um protótipo de sistema especialista para exames ortopédicos de quadril, joelho e tornozelo a partir do Shell de Inteligência Artificial Expert SINTA, visando avaliar o quanto os sistemas especialistas podem contribuir na prática do profissional bem como do acadêmico em Fisioterapia. Para alcançar os objetivos traçados a proposta foi dividida em duas etapas: desenvolvimento do protótipo de sistema especialista; e da avaliação do sistema por profissionais e discentes do Curso de Fisioterapia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus de Jequié. Nesse trabalho estão descritos os resultados obtidos na primeira etapa referente ao desenvolvimento do protótipo do sistema especialista. Para realização do trabalho foi necessário o envolvimento de docentes da área de computação e saúde e discentes do Curso de Fisioterapia.

Palavras-chave: Sistemas Especialistas, Sistematização, Exame Ortopédico.

Abstract

This study aims at, mainly, to show that expert systems can be used for support to the systematization in orthopedic exams. In that perspective, a prototype of expert system was generated for orthopedic exams of hip, knee and ankle starting from Shell of Artificial Intelligence Expert SINTA, seeking to evaluate as the expert systems can contribute in practice of the professional as well as of the student in Physiotherapy. With that, initially the proposal was divided in two stages: development of the expert system prototype and evaluation of the system for professionals and discentes of the Course of Physiotherapy of the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - Campus of Jequié. In that study we will present the results obtained in the first stage, development of the prototype of the expert system. For accomplishment of the work it was necessary the involvement of teachers of the computation area and health and students of the Course of Physiotherapy.

Keywords: Expert Systems, Systematization, Orthopedic Exam

Introdução:

Atualmente a informática está cada vez mais presente nas diversas profissões, servindo como uma ferramenta de grande importância na coleta, armazenamento e análise de informações. Na área da saúde isso também é uma realidade, e tem sido cada vez mais freqüente o uso de sistemas computacionais que visem apoiar na tomada de decisões^{1,2,3}.

Dentre as possibilidades da utilização da informática em saúde destaca-se os sistemas especialistas, que são sistemas de computação que realizam funções semelhantes àquelas normalmente executadas por um especialista humano. Um sistema especialista pode ser um importante aliado na prática educacional e na assistência do profissional em saúde, contribuindo no processo de organização e planejamento da assistência.

Considerando que os profissionais da área de saúde devam desenvolver competências e saberes tecnológicos que possam modificar, enriquecer e possibilitar a construção de novos conhecimentos e instrumentos que estejam voltados para a sua prática profissional, torna-se cada vez mais imprescindível a discussão e apresentação de propostas que visem a utilização de recursos computacionais na área da saúde.

Sabemos que nenhum sistema substitui o olhar do profissional da área de saúde ao examinar o paciente/cliente, buscando todos os sinais e sintomas que venham a tornar possível o diagnóstico. Porém, o uso de sistemas especialistas que venham auxiliar na sistematização do processo de tomada de decisões podem contribuir de forma significativa com o profissional na sua prática e com o estudante na construção do seu conhecimento, uma vez que, com o enorme desenvolvimento da ortopedia e traumatologia nas últimas duas décadas, tornou-se uma tarefa quase impossível o domínio de todos os ramos da especialidade, criando-se subespecialidades ortopédicas, com respectivas sociedades científicas (mão, ombro, coluna, quadril, joelho, tornozelo e pé)⁴.

Esses segmentos corporais são freqüentemente acometidos por traumatismos, lesões por esforços repetitivos, doenças inflamatórias e afecções degenerativas, o que provoca dor e até perda da função. Nesse contexto a Fisioterapia assume um papel de grande relevância, desde a atenção primária (prevenção), até a terciária (reabilitação). Para alcançar os fins e objetivos propostos esses profissionais utilizam recursos físicos e naturais, de ação isolada ou conjunta em eletrotermofototerapia, hidroterapia, mecanoterapia, cinesioterapia e diversas técnicas em terapia manual.

Para alcançar o sucesso de um tratamento é necessário, ao profissional fisioterapeuta, um conhecimento anatomo-fisiológico e patológico, semiológico, além da interpretação de exames de imagem e laboratório, o que lhe proporcionará uma fundamentação para um diagnóstico correto. Diagnóstico esse, que em 80% dos casos pode ser realizado através de uma cuidadosa história e num detalhado exame físico⁴.

Estudiosos desenvolveram uma seqüência lógica de avaliação e testes

ortopédicos, os quais são utilizados para verificar qual a parte do sistema musculoesquelético está comprometida. É importante ressaltar que uma avaliação completa do sistema musculoesquelético, requer tempo e experiência do estudante, o que dificulta muitas vezes a aprendizagem, pois o primeiro contato se dá nas disciplinas do ciclo básico, onde esse ainda não possui uma grande vivência com pacientes. Com isso, destacamos a informática como um importante instrumento para auxiliar no processo educativo e especificamente os sistemas especialistas, por possibilitarem a realização de experimentos/simulações que podem vir a auxiliar na construção do conhecimento^{5,6}.

Sendo assim, o presente artigo objetiva mostrar experimentalmente que o uso de sistemas especialistas como apoio à sistematização em exames ortopédicos podem contribuir de forma significativa no estudo e realização de diagnóstico das patologias traumato-ortopédicas que comprometem as articulações do quadril, joelho e tornozelo, servindo como ferramenta auxiliar no processo educativo para as disciplinas que abordam a utilização de exames ortopédicos.

Exames ortopédicos: algumas observações

O sistema musculoesquelético é composto por ossos, músculos, tendões, bainhas sinoviais, bolsas e estruturas articulares, tais como: cartilagens, meniscos, cápsulas e ligamentos, e tende a permanecer em estado de homeostase. Quando sujeito a um estresse ele tentará se adaptar (em um novo estado de equilíbrio), ou ocorrerá um colapso temporário conhecido como lesão ou mesmo será submetido a um colapso definitivo ou morte. A estrutura desse sistema pode estar comprometida tanto por lesões diretas como por distúrbios em outros sistemas corporais, afetando, portanto, indiretamente o aparelho locomotor humano^{4,7}.

A realização de exame físico permitirá averiguar as anormalidades desse sistema e seus correlatos com outros numa tentativa de esclarecer, junto à história clínica e o conjunto de sinais e sintomas, o diagnóstico.

O exame ortopédico é executado segundo uma ordem lógica de eventos e para isso, o examinador deve possuir conhecimentos específicos de anatomia, biomecânica e cinesiologia, além de uma compreensão da estrutura, do propósito e da resposta dos vários tecidos que compõem o corpo humano em situações normais e patológicas^{8,9}.

Os propósitos do exame ortopédico são fundamentais para segmento da linha de pensamento avaliativa, precisa e condizente com os achados e a suspeita de diagnóstico. A finalidade da avaliação é buscar a compreensão completa e clara dos problemas do paciente, a partir da perspectiva do examinador/examinado, e a base física dos sintomas que levaram o paciente a se queixar. Entretanto, a habilidade de examinar uma articulação completa e acuradamente é uma parte crítica do processo diagnóstico para o examinador¹⁰.

Na prática diária do Fisioterapeuta que trabalha na área de ortopedia, traumatologia, desportiva, entre outras, o exame ortopédico é essencial, e as reais necessidades de uma avaliação bem acurada compõem o escopo das

atribuições deste profissional, perfazendo desde uma história clínica bem feita, um exame físico sistemático e lógico, além da interpretação de exames de imagem e laboratório, independente da articulação e/ou segmento corporal envolvido.

A partir desses pressupostos o terapeuta pode delinear as metas, sejam elas preventivas, curativas ou reabilitadoras, bem como a reavaliação do paciente numa perspectiva observadora do desenvolvimento das atividades elencadas no processo de atenção a saúde do indivíduo, tomado entretanto, como ser particular em sua individualidade.

O acadêmico do curso de Fisioterapia, ao por os seus conhecimentos teóricos em situações práticas iniciais, percebe certo grau de insegurança, devido à imaturidade na sistematização dos procedimentos avaliativos. Mesmo admitindo que essa situação é considerada normal para pessoas iniciantes na prática clínica, é concebível que, à medida que o estudante pratique métodos de avaliação, maior será a fixação e sistematização das técnicas de avaliação, porém, é refutável considerar situações onde o estudante, nos primeiros momentos se depare com a falta de elementos fundamentais na conduta do exame que talvez não poderão ter a chance de serem investigados, podendo portanto, comprometer toda a análise feita por ele¹¹.

Com isso, a proposta dos sistemas especialistas, numa visão educativa, poderá contribuir para a sistematização do pensamento clínico, podendo o acadêmico de Fisioterapia realizar simulações dentro do campo da avaliação ortopédica².

Sistemas especialistas: visão geral

Sistemas Especialistas são sistemas de computação que realizam funções semelhantes àquelas normalmente executadas por um especialista humano. Esses sistemas usam representação de conhecimento ou perícia humana num domínio particular de forma a executar funções semelhantes às de um especialista, e este conhecimento é representado por algum formalismo para representação do conhecimento. O sistema especialista é “informado” sobre as características do problema e decide, durante o processamento, qual o caminho mais provável de conter a solução. Uma das principais aplicações para os sistemas especialistas são os sistemas de diagnóstico¹².

Esses sistemas são capazes de deduzir possíveis problemas a partir de observações ou sintomas. A arquitetura de um sistema especialista é dividida por dois componentes básicos: um banco de informações que contenha todo o conhecimento relevante sobre o problema de uma forma organizada (base de conhecimento); um conjunto de métodos inteligentes de manipulação destes conhecimentos, os mecanismos de inferência. Apesar das limitações das máquinas, é possível a construção de sistemas especialistas com alto grau de desempenho, dependendo da complexidade de sua estrutura e do grau de abrangência desejado, sendo a arquitetura mais comum a que envolve regras de produção (production rules).

O SHELL de inteligência artificial expert sinta

O Expert SINTA é uma ferramenta computacional (shell) que utiliza técnicas de Inteligência Artificial para geração automática de sistemas especialistas, criada pelo Grupo SINTA (Sistemas Inteligentes Aplicados) do Laboratório de Inteligência Artificial (LIA) da Universidade Federal do Ceará. Esta ferramenta utiliza um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e probabilidades, tendo como objetivo principal simplificar o trabalho de implementação de sistemas especialistas através do uso de uma máquina de inferência compartilhada, da construção automática de telas e menus, do tratamento probabilístico das regras de produção e da utilização de explicações sensíveis ao contexto da base de conhecimento modelada¹³.

Algumas características do Expert SINTA merecem ser citadas: interface gráfica, facilidade de uso, utilização de encadeamento para trás, fatores de confiança, ferramentas de depuração e possibilidade de incluir ajudas on-line para cada base. Maiores detalhes sobre a ferramenta podem ser obtidos junto ao Laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Federal do Ceará. Uma característica muito interessante é que o usuário do Expert SINTA não precisa possuir qualquer conhecimento de programação, apenas saber interagir em ambientes visuais. Além disso, o Shell Expert SINTA pode ser obtido gratuitamente no site do LIA¹³.

Para gerenciar uma base de conhecimento neste Shell, é preciso fornecer ao sistema os seguintes dados: as variáveis (problemas, fatores que devem ser observados), as regras, perguntas (interação com o usuário do sistema especialista), e objetivos (o resultado de uma consulta).

O fato do Expert SINTA já possuir uma máquina de inferência, parte integrante da arquitetura de um sistema especialista, permite que nos preocupemos apenas com a representação do conhecimento, pois cabe ao Shell interpretar esse conhecimento e executá-lo. A base de conhecimento gerada nesse trabalho contém um banco de informações relevantes sobre os exames ortopédicos de tornozelo, joelho e quadril.

Metodologia utilizada para a construção da base de conhecimento

O Sistema Especialista de apoio à sistematização em exames ortopédicos do tornozelo, joelho e quadril foi gerado com o uso do Shell Expert SINTA, que utiliza regras de produção para modelar o conhecimento humano. Para a geração da base de conhecimento do sistema foi utilizado o fluxograma de representação sistematizada do exame por articulação, segundo Cipriano,⁵ além de entrevistas com especialistas.

A base de conhecimento foi implementada em forma de regras, num total de 74 (Figura 1). Essas regras de produção foram produzidas no estilo SE... Então, com a possibilidade de inclusão de conectivos lógicos, relacionando os atributos no escopo da base, conforme pode ser observado na Figura 2.

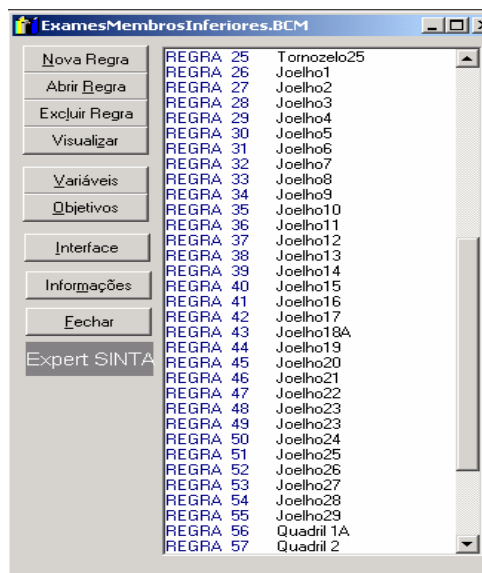


Figura 1 – Tela do Expert SINTA onde podemos visualizar as regras geradas no Sistema Especialista para o exame ortopédico de quadril, joelho e tornozelo.

Cada regra gerada leva em consideração os seguintes parâmetros: a história da dor relacionada a cada articulação; a palpação; a amplitude de movimento; os testes ortopédicos relacionados com cada exame; e, finalmente, os exames complementares, conforme o esquema proposto por Cipriano⁵.

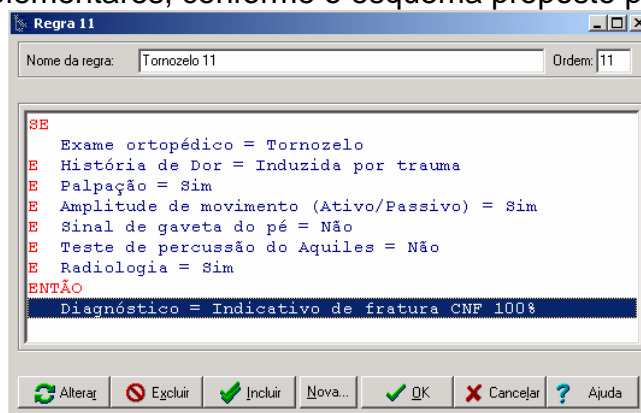


Figura 2 – Regra 11 do Sistema Especialista para o exame ortopédico de quadril, joelho e tornozelo.

Para a execução do Sistema Especialista, o usuário deve escolher para qual exame ele deseja realizar a consulta ao sistema, se quadril, joelho ou tornozelo. É possível realizar consulta para um ou mais exames simultaneamente. A Figura 3 mostra a tela utilizada para que o usuário escolha o segmento do membro inferior que deseja realizar a consulta ao Sistema Especialista.

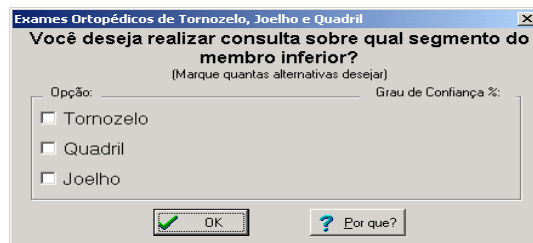


Figura 3 - Tela do Sistema Especialista desenvolvido onde o usuário deve selecionar sobre qual segmento do membro inferior ele deseja realizar consulta.

Em seguida, após a escolha do segmento do membro inferior, o usuário deve responder as perguntas geradas acerca da articulação escolhida, as quais estarão relacionadas à história de dor, ao resultado da palpação, à amplitude de movimento, testes e exames complementares necessários para a conclusão do diagnóstico.

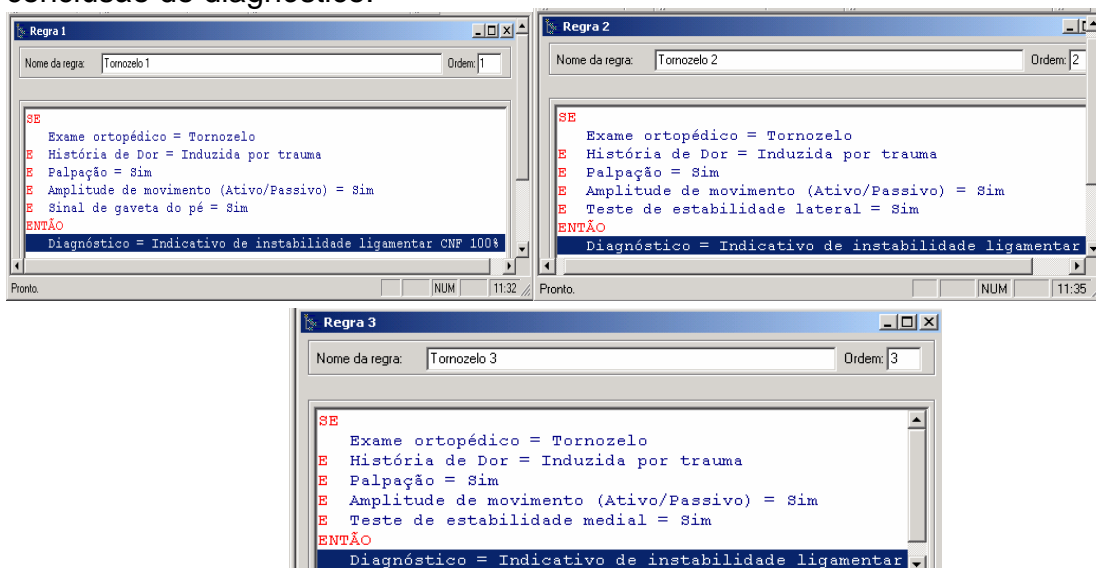


Figura 4 – Conjunto de regras estabelecidas no Sistema Especialista para o indicativo de *instabilidade ligamentar*.

Na Figura 4 é possível visualizar as regras definidas com as condições que devem ser satisfeitas para que o sistema possa chegar à conclusão que, segundo as informações fornecidas pelo usuário, o diagnóstico apresentado é indicativo de Instabilidade ligamentar do tornozelo.

Para essa conclusão o sistema verificou as seguintes condições: se o exame ortopédico selecionado era de tornozelo; se a dor estava relacionada com história de trauma; se a palpação evidenciava o quadro de dor; a amplitude de movimento ativo e passivo; se um ou mais dos testes *Sinal de gaveta do pé*, *Teste de instabilidade lateral* e *Teste estabilidade medial*, a partir do exame físico realizado pelo examinador, apresentavam resultados positivos. Nesse caso, se uma ou o conjunto das três regras forem satisfeitas, Então o

sistema conclui que o diagnóstico do exame ortopédico é indicativo de uma instabilidade ligamentar do tornozelo.

Após a execução do conjunto de perguntas existentes, o sistema faz o processamento das informações e em seguida exhibe o resultado para a consulta realizada. Na Figura 5 observa-se como o sistema exhibe o resultado para uma consulta realizada na base de conhecimento.

A janela de resultados está dividida em quatro guias: Resultados (onde é possível encontrar o resultado propriamente dito da consulta ao sistema); Histórico (com todos os passos e instanciações realizadas pela máquina de inferência); Todos os valores (os valores atribuídos a todas variáveis da base) e O sistema (visualização de todas regras do sistema especialista). Essa guia, "O Sistema", é de grande importância, pois assim o aluno pode analisar como o sistema chegou ao diagnóstico apresentado, observando quais regras foram satisfeitas e quais foram rejeitadas.

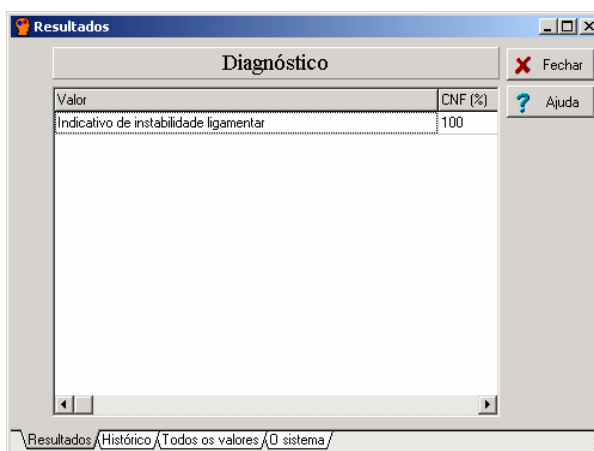


Figura 5 - Resultado de uma consulta realizada no Sistema Especialista, referente ao tornozelo, com história de dor induzida por trauma.

Discussão e Conclusões

Os experimentos/simulações realizados no protótipo apresentado neste trabalho mostram que sistemas especialistas podem ser utilizados para apoio à sistematização em exames ortopédicos de quadril, joelho e tornozelo. Além disso, os resultados obtidos sugerem também que sistemas como esses podem contribuir de forma significativa em outros processos diagnósticos.

O protótipo, ora apresentado, abrange apenas o processo de identificação dos sinais e sintomas de natureza ortopédica referidos pelo especialista a partir do exame físico realizado, lembrando, portanto, da necessidade de se utilizar, no processo de investigação, exames complementares com vistas a auxiliar na confirmação ou não do diagnóstico.

Esse sistema foi desenvolvido considerando que o examinador (usuário do sistema) deve conhecer os procedimentos necessários para a realização dos testes ortopédicos a cada entidade diagnóstica, onde o seu resultado (se positivo ou negativo) poderá ser indicador ou não da patologia suspeitada.

É importante destacar que o processo de diagnóstico envolve diversos fatores, tais como: história clínica, sinais e sintomas clínicos, exame físico,

conhecimento da patologia e mecanismos de lesão, teste de provocação e técnicas laboratoriais e imageamento diagnóstico. Logo, a utilização de um sistema que possa auxiliar na sistematização do processo de tomada de decisões acerca da entidade nosológica apresentada pelo paciente, é de fundamental importância tanto para o processo educativo como para a prática profissional na área de saúde, pois possibilita a realização de simulações representativas de situações concretas. Com isso, consideramos de fundamental importância o desenvolvimento de sistemas que possam auxiliar em todas as etapas do processo de avaliação¹⁰.

Ressalta-se que, a importância do uso do sistema especialista apresentado com fins educacionais, está na possibilidade da realização de simulações/experimentos de situações concretas, onde o aluno poderá construir o seu conhecimento, testando os aspectos observados por ele na avaliação clínica efetuada no paciente. Além disso, o sistema fornece ao usuário informações de quais regras foram satisfeitas para o diagnóstico apresentado, possibilitando ao aluno analisar os aspectos que levaram a esse diagnóstico⁸.

Destaca-se ainda que esse sistema não exclui a necessidade do aluno conhecer amplamente todos os aspectos relevantes para a realização do diagnóstico dos exames ortopédicos de tornozelo, joelho e quadril, mas possibilita a ele a realização de consultas e verificação da sua aprendizagem acerca da base de conhecimento construída.

A partir dos resultados obtidos, é possível observar também que o uso de shells para o desenvolvimento de sistemas especialistas, a exemplo do Expert SINTA, podem ser ferramentas interessantes tanto para o ensino como para a prática do profissional da área de saúde, onde o objetivo seja o auxílio no processo de tomada de decisão.

O protótipo apresentado neste trabalho é parte integrante de uma pesquisa realizada pelo Grupo de Pesquisas em Informática na Educação (GPIE), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia _ Campus de Jequié, onde busca-se avaliar como o uso de sistemas especialistas podem contribuir no processo educativo em saúde. Inicialmente foi criado um protótipo para apoio à decisão em exames ortopédicos de ombro, cotovelo e punho cujos resultados podem ser encontrados nos anais do Congresso Brasileiro de Informática na Saúde, realizado em novembro de 2004.

Como perspectiva de trabalhos futuros, após a realização da segunda etapa proposta neste projeto (avaliação do sistema por profissionais e discentes do Curso de Fisioterapia da UESB), destaca-se a importância da ampliação da base de conhecimento existente, a partir da inclusão de exames ortopédicos cervical, torácico, lombar, sacroilíaco, articulação do pé, mão e temporomandibular bem como as possíveis conexões do acometimento ortopédico associado ou referido com outras patologias a partir do próprio sistema músculoesquelético ou com etiologia distante do mesmo, ou seja, processos patológicos que se manifestam com ou sem presença de sinais e sintomas mas que repercutem em regiões do corpo de forma localizada ou generalizada. Além disso, pretende-se desenvolver um sistema que possa sistematizar todo o processo de avaliação.

Referências Bibliográficas

1. Caetano KC, Peres HHC. *Instrumento de classificação da gradação da complexidade assistencial de pacientes de Fugulin et al adaptado ao Expert SINTA*. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde-CBIS; 2004 Nov 07-10; Ribeirão Preto; Brasil.
2. Cardoso JP, Lopes CRS, Queiroz RS, Rosa VA. *Um sistema especialista para apoio à decisão em exames ortopédicos de Ombro, Cotovelo e Punho*. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde-CBIS; 2004 Nov 07-10; Ribeirão Preto; Brasil.
3. Rosso ML, Kmetek OF, Amorim MF, Dias JS. *Sistema especialista de apoio à decisão em ventilação mecânica*. VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde-CBIS; 2002 Set/Out 20-31/01-01; Natal; Brasil.
4. Hebert S. Exame Musculoesquelético. In: Hebert S, Xavier R, organizadores. *Ortopedia e traumatologia: princípio e prática*. Porto Alegre: Artes Médicas; 2003. p.25-35.
5. Cipriano JJ. *Manual fotográfico de testes ortopédicos e neurológicos*. São Paulo: Manole; 1999.
6. Hoppenfeld S. *Propedêutica ortopédica: coluna e extremidades*. São Paulo: Atheneu; 1999.
7. White DJ. Avaliação musculoesquelética. In: O'Sullivan SB, Shmitz TJ. *Fisioterapia: avaliação e tratamento*. São Paulo: Manole; 2004.p.101-132.
8. Cliquet Junior A, Franca JEM, Sonogo D, Grana T, Leite FIL, Paolillo AR et al. Technological advances in orthopedics: upper and lower limbs analysis. *Acta ortop bras* 2004; 12(1): 57-61.
9. Gross J, Fetto J, Rosen E. *Exame musculoesquelético*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul; 2000.
10. Magee D. *Avaliação musculoesquelética*. São Paulo: Manole; 2000.
11. Souza RB, Carvalho RM, Capelli AMG, Ribeiro MC, Vandresen Filho S, Simionato C et al. Eficacia del entrenamiento teórico-práctico en anatomía palpatoria empleada a los estudiantes de la carrera de Fisioterapia. *Int J Morphol* 2004; 22(3): 195-200.
12. Abel M. *Sistemas Especialistas*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática; 1998.

13. Universidade Federal do Ceará. Laboratório de Inteligência Artificial. *Expert SINTA*. <http://www.lia.ufc.br/~bezerra/exsinta/> (acessado Jan/2003).

Endereço para correspondência

R José Moreira Sobrinho s/nº Jequiezinho
Cep:45200-000 Jequié-BA

Recebido em 17/07/2005
Aprovado em 22/09/2005