

Desenvolvimento e avaliação de um software que verifica a acurácia diagnóstica*

THE DEVELOPMENT AND EVALUATION OF SOFTWARE TO VERIFY DIAGNOSTIC ACCURACY

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN SOFTWARE QUE VERIFICA LA EXACTITUD DIAGNÓSTICA

Rodrigo Jensen¹, Maria Helena Baena de Moraes Lopes², Paulo Sérgio Panse Silveira³, Neli Regina Siqueira Ortega⁴

RESUMO

Este artigo descreve o desenvolvimento e avaliação de um software que verifica a acurácia diagnóstica de alunos de enfermagem. O software foi baseado num modelo que utiliza conceitos da lógica fuzzy, em PERL, banco de dados MySQL para acesso pela internet e a classificação NANDA-I 2007-2008. Avaliou-se a qualidade técnica e a usabilidade do software utilizando instrumentos específicos. A atividade proposta no software possui quatro etapas nas quais o aluno estabelece valores de relação entre diagnósticos de enfermagem, características definidoras/fatores de risco e casos clínicos. Os valores de relação determinados pelo aluno são comparados aos de especialistas, gerando escores de desempenho para o aluno. Na avaliação, o software atendeu satisfatoriamente as necessidades de qualidade técnica e, segundo os alunos, trouxe benefícios ao aprendizado, podendo transformar-se em uma ferramenta educacional no ensino do diagnóstico de enfermagem.

DESCRIPTORIOS

Diagnóstico de enfermagem
Tecnologia educacional
Lógica fuzzy
Informática em enfermagem

ABSTRACT

This article describes the development and evaluation of software that verifies the accuracy of diagnoses made by nursing students. The software was based on a model that uses fuzzy logic concepts, including PERL, the MySQL database for Internet accessibility, and the NANDA-I 2007-2008 classification system. The software was evaluated in terms of its technical quality and usability through specific instruments. The activity proposed in the software involves four stages in which students establish the relationship values between nursing diagnoses, defining characteristics/risk factors and clinical cases. The relationship values determined by students are compared to those of specialists, generating performance scores for the students. In the evaluation, the software demonstrated satisfactory outcomes regarding the technical quality and, according to the students, helped in their learning and may become an educational tool to teach the process of nursing diagnosis.

DESCRIPTORS

Nursing diagnosis
Educational technology
Fuzzy logic
Nursing informatics

RESUMEN

Este artículo describe el desarrollo y evaluación de un software que verifica la exactitud diagnóstica de alumnos de enfermería. El software se basó en un modelo que utiliza conceptos de lógica fuzzy, en PERL, banco de datos MySQL para acceso por Internet y la clasificación NANDA-I 2007-2008. Se evaluó calidad técnica y usabilidad del software utilizando instrumentos específicos. La actividad propuesta en el software consiste en cuatro etapas, en las que el alumno establece valores de relación entre diagnósticos de enfermería, características de definición/factores de riesgo y casos clínicos. Los valores de relación determinados por el alumno son comparados con los de especialistas, generando puntajes de desempeño del alumno. En la evaluación, el software atendió satisfatoriamente las necesidades de calidad técnica y mostró que, en la percepción de los alumnos, trajo beneficios de aprendizaje, pudiendo transformarse en una herramienta educativa en la enseñanza del diagnóstico de enfermería.

DESCRIPTORES

Diagnóstico de enfermería
Tecnología educacional
Lógica difusa
Informática aplicada a la enfermería

* Extraído da dissertação "Desenvolvimento e avaliação de um programa computacional baseado em lógica fuzzy para verificação da acurácia diagnóstica de estudantes de enfermagem", Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, 2010. ¹Enfermeiro. Mestre. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, Brasil. rodrigojensen@yahoo.com.br ²Enfermeira. Doutora. Professora Associada do Departamento de Enfermagem da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, Brasil. mhbaenam1@yahoo.com.br ³Médico. Doutor. Professor Associado do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil. silveira@usp.br ⁴Física. Doutora. Pesquisadora do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil. nelli@dim.fm.usp.br

INTRODUÇÃO

Um *Modelo para Avaliação da Acurácia Diagnóstica Baseado em Lógica Fuzzy* foi previamente desenvolvido⁽¹⁾. Por meio deste modelo, se estabelecem graus de relação (graus de pertinência) entre características definidoras (CD), fatores de risco (FR), diagnósticos de enfermagem (DE) e graus de presença de características definidoras/fatores de risco em um determinado caso clínico.

A partir desse modelo, foi desenvolvido um software que avalia a acurácia do diagnóstico de enfermagem e que pode ser usado no ensino. Este software permite confrontar os graus de pertinência estabelecidos por alunos com graus indicados por especialistas. O software busca estimular a compreensão e a prática do raciocínio diagnóstico, além de oferecer ao professor um método objetivo de avaliar a acurácia diagnóstica do aluno.

REVISÃO DA LITERATURA

O diagnóstico de enfermagem depende da interpretação do comportamento humano relacionado à saúde, tornando-se complexo e com forte risco de baixa acurácia⁽²⁾. Para elevar a acurácia, estratégias de ensino focando o raciocínio diagnóstico devem ser estimuladas, tendo como base a correta identificação de sinais e sintomas e a etiologia dos diagnósticos⁽³⁾.

O uso da teoria da lógica *fuzzy* pode ser um caminho no desenvolvimento de métodos para demonstrar ao aluno como direcionar seu pensamento para gerar um diagnóstico acurado. A lógica *fuzzy* poderia ser empregada para ajudar o especialista a articular sobre como estabelece sua decisão e até mesmo a atribuir peso a cada uma das regras que utiliza neste processo. Essa teoria ajudaria o especialista a verbalizar seu processo de decisão e esta forma de compreensão poderia ser passada de professor para aluno⁽⁴⁾.

A lógica *fuzzy* tem sido aplicada no desenvolvimento de programas computacionais para diagnósticos, que envolvem imprecisão. Divergindo da lógica tradicional, a lógica *fuzzy* permite uma transição gradual (grau de pertinência) entre os conjuntos $[0,1]$, onde, para cada elemento $x \in U$, $\mu_A(x)$ indica o grau pelo qual x é um membro do conjunto A . No conceito de valores parcialmente verdadeiros, a teoria da lógica *fuzzy* é utilizada onde se encontra imprecisão e incerteza. O sistema simbólico permite o uso de termos linguísticos, baseados na incerteza⁽⁵⁾.

Este artigo tem a finalidade de descrever o desenvolvimento e avaliação de um software que verifica a acurácia diagnóstica de alunos de enfermagem.

MÉTODO

Estudo metodológico realizado em uma universidade pública do interior do estado de São Paulo, Brasil, com a aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da instituição, sob o protocolo número 594/2008. Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de iniciarem suas atividades. O período de desenvolvimento e avaliação do software foi de março de 2009 a março de 2010.

No desenvolvimento do software, foram aplicados os conceitos da lógica fuzzy⁽⁵⁾, a composição máximo-mínimo fuzzy⁽⁶⁾, a operação de agregação⁽⁷⁾ e o *Modelo para Avaliação da Acurácia Diagnóstica Baseado em Lógica Fuzzy*⁽¹⁾.

Foi utilizada a linguagem de programação *Practical Extraction and Report Language* (PERL) e a base de dados MySQL para ser acessado pela *World Wide Web* (Web). No estudo, foi adotada a taxonomia de diagnósticos de enfermagem da NANDA Internacional (NANDA-I), versão 2007-2008⁽⁸⁾.

O software foi avaliado quanto aos aspectos de qualidade técnica e usabilidade. A avaliação respeitou a NBR ISO/IEC 14598-6⁽⁹⁾, que indica o mínimo de oito avaliadores.

Para avaliação de qualidade técnica do software, foi utilizado o instrumento de *Spe-randio*⁽¹⁰⁾, que respeita as normas da NBR ISO/IEC 9126-1⁽¹¹⁾. Esta norma avalia as características de funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade do software, sendo cada característica composta por subcaracterísticas que englobam os itens avaliados pelos especialistas.

A avaliação foi realizada por oito especialistas com formação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas ou Ciências da Computação. Foi fornecido aos especialistas o cadastro de acesso ao software e orientações gerais sobre o processo de avaliação. A avaliação dos especialistas ocorreu individualmente e não houve interferência dos pesquisadores. Os especialistas receberam um manual com informações sobre a construção do software, a especificação detalhada sobre cada item que seria avaliado e orientações sobre como se daria o processo de avaliação.

Para avaliação da usabilidade do software, foi desenvolvido um questionário baseado em dois estudos⁽¹²⁻¹³⁾. Esse instrumento foi testado com seis alunos que haviam cursado a disciplina Diagnóstico de Enfermagem no ano de 2008. Foi avaliada a compreensão, clareza, dificuldades e aparência geral do instrumento. Não foram necessárias modificações no instrumento.

O questionário, uma vez testado, foi aplicado a 27 alunos de enfermagem que cursavam a disciplina no ano de

2009 e haviam utilizado o software. Este foi aplicado aos alunos de outubro a novembro de 2009 e o questionário foi respondido ao fim deste período.

RESULTADOS

Descrição do software

O software para avaliação da acurácia diagnóstica, denominado *Fuzzy Kitten*, está implementado e disponível na língua portuguesa e em breve será disponibilizado

também na língua inglesa. Este software conta com segurança de acesso e requer o uso de *login* e senhas individuais. É possível acessar o software de qualquer computador conectado a Web.

A apresentação do software segue uma sequência lógica, permitindo ao aluno a inserção dos dados de cadastro, comunicação com o seu grupo e com o gerenciador, recuperar tentativas da atividade para analisá-las novamente, pausar a atividade e ver seus escores de desempenho (Figura 1).

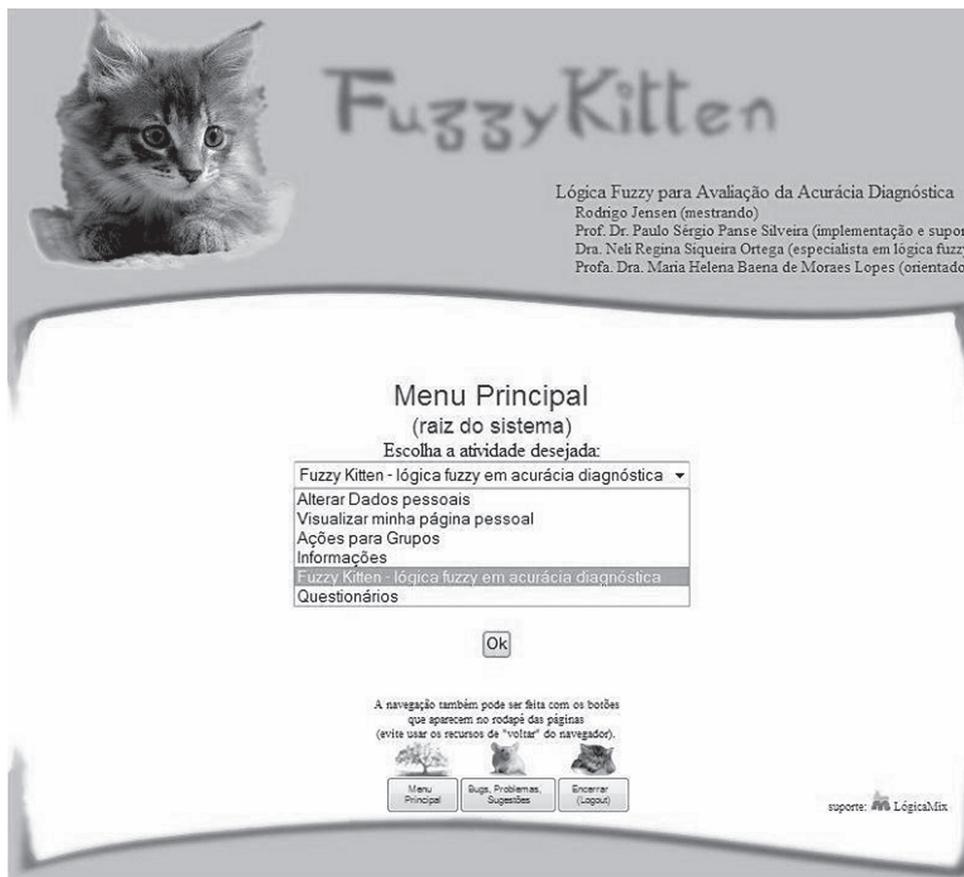


Figura 1 - Menu principal do programa Fuzzy Kitten

Ao iniciar a atividade, é apresentada uma página com instruções. Ao concluir cada etapa, o aluno não pode retornar às etapas anteriores até finalizar a atividade. Ao realizar a atividade proposta no software *Fuzzy Kitten*, o aluno visualiza variáveis linguísticas as quais são atribuídos valores numéricos no sistema.

Na tela é apresentado o tempo utilizado para completar a atividade, sendo oferecida a opção de pausar. O professor pode visualizar a data, horário e tempo de duração das etapas que o aluno despendeu para a atividade.

Ocorrendo algum problema que interrompa o acesso, ao realizá-lo novamente, o aluno é direcionado à etapa interrompida, acionando o cronômetro a partir do momento em que houve a interrupção. Isto permite que não

haja perda de dados, prejuízo e necessidade de retomar a atividade desde o início.

Todas as atividades realizadas permanecem disponíveis para sua visualização futura ou do professor. O aluno, ao repetir a atividade, pode recuperar tentativas anteriores e analisá-las novamente numa nova tentativa. Todos os escores obtidos são armazenados e ficam à disposição do aluno para que possa comparar seu desempenho entre todas as tentativas. A atividade proposta é composta por quatro etapas, descritas a seguir.

Primeira etapa

Antes de o aluno conhecer o caso clínico que deverá ser analisado, é apresentada uma lista com alguns diagnósticos de enfermagem (alguns deles estão relacionados

ao caso clínico, outros não). Ao selecionar um DE, o aluno é direcionado a uma tabela com algumas características definidoras (CD)/fatores de risco (FR), que podem estar presentes no caso clínico, onde deve-se indicar qual é o grau de relação entre cada CD/FR e o DE em questão.

Cada variável linguística corresponde aos seguintes valores de relação (grau de pertinência): *fortemente relacionado* (FO)=1; *relacionado* (RE)=0,75; *moderadamente relacionado* (MO)=0,50; *fracamente relacionado* (FR)=0,25; *não relacionado* (NR)=0. Quando a relação ainda não foi definida, a opção *não definido* (ND) permanece selecionada. O aluno estabelece relação entre todos os diagnósticos de enfermagem e características definidoras/fatores de risco que serão utilizados na atividade. Ao término desta etapa, é apresentada uma tabela com a intensidade das relações entre os DE e as CD/FR, em um gradiente azul, onde a intensidade da cor representa a intensidade da relação. Nesta etapa é avaliado o conhecimento geral sobre a manifestação dos diagnósticos de enfermagem e da taxonomia da NANDA-I.

Segunda etapa

Nesta etapa é apresentado um caso clínico para leitura. A leitura do caso clínico é realizada na segunda etapa da atividade para que não influencie a primeira etapa.

Terceira etapa

Com base no caso clínico, é solicitado ao aluno que determine o *estado de saúde do paciente*, isto é, os sinais e sintomas ou fatores de risco presentes, identificando as CD/FR presentes no caso. As CD/FR apresentadas nesta etapa são as mesmas que antes foram apresentadas na etapa 1 da atividade. Graus de presença (grau de pertinência) a serem atribuídos: *presente* (PR)=1; *possivelmente presente* (PP)=0,75; *não sei* (NS)=0,5; *possivelmente ausente* (PA)=0,25 ou *ausente* (AU)=0. Nesta etapa é avaliada a capacidade em identificar CD/FR presentes no caso clínico apresentado.

Quarta etapa

É solicitado ao aluno que, com base no *estado de saúde do paciente*, determine e classifique a presença de diagnóstico de enfermagem. Os DE apresentados nesta etapa são os mesmos que antes foram apresentados na primeira etapa da atividade. A classificação e a pontuação correspondente é a que se segue: *real/bem-estar/síndrome* (A)=1; *de risco* (R)=1; *possível* (P)=0,5; ou *não identificado* (N)=0. Os DE *real, bem-estar, síndrome* ou *de risco*, possuem valor 1 pois necessitam da presença de CD ou FR para serem evidenciados. É disponibilizado um campo adicional onde pode ser inserido outro DE, além dos listados. Nesta etapa é avaliada a capacidade de determinar os DE e classificá-los corretamente.

No término da atividade, o software analisa os valores de relação determinados pelo aluno na primeira e terceira

etapa da atividade. Utilizando o *Modelo para Avaliação da Acurácia Diagnóstica Baseado em Lógica Fuzzy*⁽¹⁾, que aplica a composição máximo-mínimo *fuzzy*, o software apresenta novos valores de relação para o grupo de DE, além dos valores determinados pelo aluno na quarta etapa. Os novos valores aos DE são resultantes das relações que o aluno fez na primeira e terceira etapas da atividade. Para serem determinados estes DE, é realizado um processo de inferência similar a uma operação de multiplicação de matrizes, trocando o operador de soma algébrica pelo operador máximo e o operador de multiplicação pelo operador mínimo. Desta forma, para cada CD/FR são selecionados os valores mínimos entre os graus de pertinência da primeira etapa da atividade e o respectivo grau da terceira etapa da atividade. Após, para cada diagnóstico, é selecionado o valor máximo dentre todos os valores mínimos determinados anteriormente. No final deste processo, são definidos os graus de pertinência para cada DE. O processo é concluído ao determinar os diagnósticos finais, como aqueles que atingiram o valor 1 (numa escala de 0 a 1) ou o valor máximo da distribuição de possibilidades diagnósticas. Esta análise conclui a atividade, considerando novos valores de relação ao grupo de DE, ou seja, considerando o processo de raciocínio do aluno ao longo da atividade.

O software possui três casos clínicos com DE definidos por especialistas em estudo prévio⁽¹⁴⁾. Participantes de um grupo de pesquisa sobre DE realizaram as quatro etapas da atividade e estabeleceram em consenso os respectivos graus de pertinência. Faziam parte do grupo enfermeiros com as titulações acadêmicas: doutor em DE (1), aluno de doutorado com tema relacionado a DE (3), aluno de doutorado em enfermagem (1), mestre em educação (1), aluno de mestrado em enfermagem (1), especialista (2) e aluno de graduação (1). Entre os participantes havia pesquisadores (1) e docentes (5). Neste estudo, os participantes do grupo de pesquisa foram considerados os especialistas para estabelecer os valores de relação da atividade. Os valores indicados pelos especialistas permitem a comparação com os determinados pelo aluno ao realizar a atividade, sendo possível gerar escores de desempenho para o aluno. Os escores de desempenho são apresentados em porcentagem (0 a 100%) indicando quão próximo o aluno esteve da opinião do especialista.

São gerados quatro escores de desempenho:

Score A — Desempenho ao estabelecer o grau de relação entre CD/FR e DE;

Score B — Desempenho na identificação do grau de presença das CD/FR no caso clínico;

Score C — Desempenho na determinação e classificação dos DE;

Score D — Desempenho na determinação dos DE indicados pelo *Modelo para Avaliação da Acurácia Diagnóstica Baseado em Lógica Fuzzy*⁽¹⁾, que aplica a composição máximo-mínimo *fuzzy*.

Na página dos escores é apresentado ao aluno seus acertos e erros em cada etapa da atividade. A comparação dos escores C e D permite analisar se o aluno somente classificou de forma correta o DE ou se a trajetória de seu

processo de raciocínio relativo ao conhecimento sobre taxonomia da NANDA-I, manifestação dos DE e a identificação dos sinais e sintomas no caso clínico que o levou ao DE correto (Figuras 2 e 3).

Desempenho ao estabelecer relação entre DE e CD/FR								Desempenho na identificação da presença de CD/FR no caso clínico		
	Dor A	Dor C	Intol Ativ	Isol Social	Nutri Mais	Padr Resp In	Troc Gas Prej	Características Definidoras / Fatores de Risco	Concordância	Estado de saúde
Alter Ativ Prev	RE	RE	FO	NR	NR	MO	FR	Alteração da capacidade de continuar atividades prévias	✓	Presente
Desc Esforço	FO	RE	MO	NR	NR	FO	FO	Desconforto aos esforços	✓	Presente
Disp	RE	NR	RE	NR	NR	FO	FO	Dispnéia	✓	Presente
Disp Esforço	RE	NR	FO	NR	NR	FO	FO	Dispnéia aos esforços	✓	Presente
Inter Rel Pess	RE	MO	NR	FO	FR	RE	MO	Interação reduzida com as pessoas	✗	Presente
Nivel Ativ Sed	NR	FR	FR	NR	FR	NR	FR	Nível de atividade sedentário	✗	Presente
Pad Alim Diet	NR	FR	RE	NR	FO	FR	NR	Padrão de alimentação disfuncional	✓	Presente
Peso Acima	NR	NR	MO	NR	FO	NR	NR	Peso acima do ideal para a altura e a compleição	✓	Presente
Proc Ficar Soc	MO	FR	FR	NR	FO	FR	FR	Procura ficar sozinho	✗	Presente
Relato Dor	FO	FO	NR	NR	NR	NR	NR	Relato verbal de dor	✓	Presente
Relat Fad/Fraq	FR	NR	FO	NR	NR	FO	RE	Relato verbal de fadiga ou fraqueza	✓	Presente
Sono	NR	NR	NR	NR	NR	FO	FO	Sonolência	✗	Presente
Taquip	NR	NR	RE	NR	NR	FO	FO	Taquipnéia	✓	Presente

Legenda: Diagnóstico de enfermagem (DE), característica definidora (CD), fator de risco (FR)

Figura 2 - Desempenho do aluno (tabela de concordância entre aluno e especialista) ao estabelecer entre diagnóstico de enfermagem e características definidoras/fatores de risco e desempenho ao determinar a presença no caso clínico.

Desempenho na determinação dos DE		
Diagnóstico de enfermagem	Concordância	Estado diagnóstico
Dor aguda	✓	Real, Bem-estar ou Síndrome
Dor crônica	✓	Real, Bem-estar ou Síndrome
Intolerância à atividade	✓	Real, Bem-estar ou Síndrome
Isolamento social	✗	Real, Bem-estar ou Síndrome
Nutrição desequilibrada: mais do que as necessidades corporais	✓	Real, Bem-estar ou Síndrome
Padrão respiratório ineficaz	✓	Real, Bem-estar ou Síndrome
Troca de gases prejudicada	✗	Real, Bem-estar ou Síndrome

Desempenho na determinação dos DE indicados pelo modelo		
Diagnóstico de enfermagem	Concordância	Estado diagnóstico
Dor aguda	✓	Real, Bem-estar ou Síndrome ou de Risco
Dor crônica	✓	Real, Bem-estar ou Síndrome ou de Risco
Intolerância à atividade	✓	Real, Bem-estar ou Síndrome ou de Risco
Isolamento social	✗	Real, Bem-estar ou Síndrome ou de Risco
Nutrição desequilibrada: mais do que as necessidades corporais	✓	Real, Bem-estar ou Síndrome ou de Risco
Padrão respiratório ineficaz	✓	Real, Bem-estar ou Síndrome ou de Risco
Troca de gases prejudicada	✗	Real, Bem-estar ou Síndrome ou de Risco

Figura 3 - Desempenho do aluno (tabela de concordância entre aluno e especialista) considerando os diagnósticos classificados pelo aluno e os diagnósticos gerados pelo modelo

Avaliação do software

O software foi avaliado quanto às características de qualidade técnica e usabilidade. Oito especialistas avaliaram o software quanto à qualidade técnica; o resultado da

avaliação é apresentado na Tabela 1. Os especialistas que avaliaram a qualidade técnica do software possuíam formação acadêmica em Ciências da Computação (5/8) ou Análise e Desenvolvimento de Sistemas (3/8) e alguns cursavam pós-graduação nível mestrado (4/8) ou doutorado (2/8).

Tabela 1 – Avaliação de qualidade técnica do software Fuzzy Kitten – Campinas – 2010

FUNCIONALIDADE	A	D	NA
O software propõe-se a fazer o que é apropriado (Adequação)	8		
O software dispõe de todas as funções necessárias para sua execução (Adequação)	7	1	
O software faz o que foi proposto de forma correta (Acurácia)	8		
O software é preciso na execução de suas funções (Acurácia)	8		
O software é preciso nos resultados (Acurácia)	8		
O software interage com os módulos especificados (Interoperabilidade)	7		1
O software tem capacidade para processamento multiusuário (Interoperabilidade)	6		2
O software tem capacidade para operação com redes (Interoperabilidade)	8		
O software está conciso com as normas, leis, etc. (Conformidade)	4		4
O software dispõe de segurança de acesso através de senhas (Segurança de acesso)	7		1
O software dispõe de rotina interna de <i>backup</i> (Segurança de acesso)	5	1	2
O software dispõe de rotina interna de <i>restore</i> (Segurança de acesso)	5	1	2
CONFIABILIDADE			
O software apresenta falhas com frequência (Maturidade)		7	1
O software reage adequadamente quando ocorrem falhas (Tolerância a falhas)	4		4
O software informa ao usuário a entrada de dados inválida (Tolerância a falhas)	8		
O software é capaz de recuperar dados em caso de falha (Recuperabilidade)	6		2
USABILIDADE			
É fácil entender o conceito e a aplicação (Inteligibilidade)	8		
É fácil executar suas funções (Inteligibilidade)	7	1	
É fácil aprender a usar (Apreensibilidade)	7	1	
O software facilita a entrada de dados pelo usuário (Apreensibilidade)	7	1	
O software facilita a saída de dados para o usuário (Apreensibilidade)	4	3	1
É fácil de operar e controlar (Operacionalidade)	7	1	
O software fornece ajuda de forma clara (Operacionalidade)	7	1	
EFICIÊNCIA			
O tempo de resposta do software é adequado (Tempo)	5	1	2
O tempo de execução do software é adequado (Tempo)	7		1
Os recursos utilizados são adequados (Recursos)	5	2	1
MANUTENIBILIDADE			
É fácil de encontrar uma falha, quando ocorre (Analisabilidade)	3		5
É fácil modificar e adaptar (Modificabilidade)	5	1	2
Há grande risco quando se faz alterações (Estabilidade)	1	3	4
É fácil testar quando se faz alterações (Testabilidade)	5	1	2
PORTABILIDADE			
É fácil adaptar a outros ambientes (Adaptabilidade)	5	1	2
É fácil instalar em outros ambientes (Capacidade para ser instalado)	5		3
Está de acordo com padrões de portabilidade (Conformidade)	6		2
É fácil usar para substituir outro (Capacidade para substituir)	4	2	2

Legenda: De acordo (A), Desacordo (D) e Não se aplica (NA)

Em vários aspectos da avaliação de qualidade técnica, os especialistas selecionaram a opção *desacordo* ou *não se aplica* justificando que não conheciam normas e leis que se aplicam (item **FUNCIONALIDADE: conformidade**), pela ausência de falhas ao utilizarem o software (itens **CONFIABILIDADE: Tolerância a falhas** e **MANUTENIBILIDADE: Analisabilidade**), não terem acesso ao código fonte (item **MANUTENIBILIDADE: Estabilidade**) ou não ser possível avaliá-lo (item **PORTABILIDADE: Capacidade para substituir**).

Foram sugeridas algumas modificações estéticas ao gradiente de cores utilizado no quadro de relações entre DE e CD/FR, a possibilidade de modificar figuras do menu, acréscimo e retirada de alguns botões e do menu seguir um modelo hierárquico, organizar a disposição das funcionalidades, sugestões quanto ao *layout* como alteração de cores e tamanho da letra em algumas páginas e permissão da impressão de um relatório com o desempenho do aluno.

O resultado da avaliação dos alunos sobre a usabilidade do software é apresentado na Tabela 2. Foram levantadas algumas limitações encontradas no uso do software na visualização de alguns itens da tela e do menu; na compreensão de resultados da atividade e na falta da discussão em classe

sobre os erros, na lentidão do sistema (devido à conexão da internet), na localização do aluno em qual etapa da atividade estava, na compreensão dos níveis de relação apresentados na atividade e no fato de que os exercícios tornavam-se em alguns momentos repetitivos e cansativos.

Tabela 2 – Avaliação de usabilidade do software Fuzzy Kitten – Campinas – 2010

AVALIAÇÃO DE INTERFACE E ADEQUAÇÃO DO PROGRAMA	S	P	N			
As informações dispostas nas telas são apresentadas de forma clara e agradável	27					
As telas são autoexplicativas ou favorecem ajuda para o seu uso	26	1				
Os significados das telas foram logo percebidos por você	25	2				
Os significados dos botões e regiões clicáveis foram logo percebidos por você	27					
Obteve respostas coerentes	23	4				
Obteve respostas imediatas	19	8				
Durante o uso, você sabia em que ponto estava no programa	25	2				
A partir de uma tela qualquer você sabia como passar para as demais	24	2	1			
	S	P	N			
Você encontrou algum problema durante o uso do programa	4		23			
	OT	MB	BO	RE	RU	
Conhecimento em informática dos alunos	1	9	12	5		
Avaliação geral do programa	5	15	6	1		
AVALIAÇÃO DE CONTEÚDO TEÓRICO	OT	MB	BO	RE	RU	
Aprendizado pelo uso do programa, no aspecto de <i>relação entre características definidoras ou fatores de risco e diagnósticos de enfermagem</i>		13	11	2	1	
Aprendizado pelo uso do programa, no aspecto de <i>identificação de diagnósticos de enfermagem nos casos clínicos</i>	2	21	4			
Aprendizado pelo uso do programa, no aspecto de <i>processo de raciocínio realizado ao se identificar um diagnóstico de enfermagem (caminho para a formulação do diagnóstico)</i>	1	20	4	2		
Avaliação sobre os exercícios realizados no Estudo de Caso 1	2	15	8	2		
Avaliação sobre os exercícios realizados no Estudo de Caso 2	3	13	9	2		
Avaliação sobre os exercícios realizados no Estudo de Caso 3	4	14	8	1		

Legenda: Sim (S), Em parte (P), Não (N), Ótimo (OT), Muito bom (MB), Bom (BO), Regular (RE) e Ruim (RU)

Alguns aspectos positivos indicados na avaliação do software foram: a positiva relevância do software para o aprendizado do DE e a característica do software de expor o nível de conhecimento do aluno sobre diagnósticos, o fato de que o software auxilia no raciocínio e reflexão do aluno sobre o diagnóstico correto influenciando na formação de enfermeiros mais competentes e foi sugerida a ampliação do programa abrangendo intervenções e resultados de enfermagem.

DISCUSSÃO

Foi utilizada a lógica *fuzzy* para o desenvolvimento do software *Fuzzy Kitten* pelas características da teoria, como a eficaz aplicabilidade de termos linguísticos imprecisos, permitindo a utilização de linguagem natural para a entrada de dados; a possibilidade de avaliar o desempenho do aluno ao compará-lo com especialistas (padrão-ouro) e a adequação da teoria ao processo diagnóstico no qual a interpretação nem sempre é exata, pois se trata de uma avaliação subjetiva.

As comparações dos valores determinados pelos especialistas aos dos alunos permitem analisar o conhecimento do aluno sobre o processo diagnóstico, entendendo-se como processo diagnóstico o estabelecimento do grau de relação entre CD/FR e DE; do grau de presença de CD/FR no caso clínico e a seleção de diagnósticos presentes no caso clínico, assim como saber qual parte do processo de diagnóstico o aluno deve

despender maior ênfase em seu estudo para melhorar seu desempenho. Os escores sugerem em qual parte do processo de decisão do diagnóstico o aluno necessita de maior habilidade.

A atividade proposta no software *Fuzzy Kitten* visa estimular a capacidade de metacognição do aluno, isto é, fazê-lo pensar sobre o seu pensamento, ou refletir sobre as etapas que o levaram à determinada decisão diagnóstica⁽²⁾. A reflexão do aluno sobre seu desempenho, comparadas às dos especialistas, instiga à investigação e aperfeiçoamento do pensar sobre o DE. O software pode auxiliar professores de enfermagem, sendo um método objetivo de avaliação do aluno quanto ao seu conhecimento a respeito dos fenômenos de enfermagem e do quanto cada CD/FR contribui para a determinação do diagnóstico.

A qualidade de um software é um conjunto de propriedades a serem satisfeitas em determinado grau, de modo que o software satisfaça as necessidades de seus usuários⁽¹⁵⁾. O software *Fuzzy Kitten* foi considerado pelos especialistas como um software que alcançou seu objetivo e atende satisfatoriamente as necessidades, pois possui a estrutura necessária para fazer o que se propõe, é de fácil uso e está dentro das conformidades de especificação e uso.

Nas dúvidas que os especialistas apresentaram ao avaliarem o software, pode-se perceber que alguns não haviam levado em consideração informações que estavam presentes no manual de orientações, algumas vezes até se

abstendo de responder o item, selecionando a opção do instrumento *não se aplica*.

Na avaliação de usabilidade, o software foi considerado *ótimo, muito bom* ou *bom* por 96,2% dos alunos. A avaliação de usabilidade do software mostrou que, na percepção dos alunos, a proposta da atividade trouxe benefícios ao aprendizado do DE.

Algumas sugestões de especialistas e alunos poderão ser implementadas no software, sendo necessário avaliar primeiramente o impacto das modificações e se trarão reais benefícios para o uso do software.

Pretende-se ampliar o número de casos clínicos do software, abrangendo situações clínicas e diagnósticos de variadas especialidades. Para isto, é necessário validar diagnósticos de enfermagem em novos casos clínicos e estabelecer os graus de relação presente entre os diagnósticos de enfermagem, características definidoras/fatores de risco e os casos clínicos.

REFERÊNCIAS

1. Lopes MHBM. Model for evaluation of diagnosis accuracy based on fuzzy logic. In: Poster presented at NANDA International Conference November; 2008 Nov.13-15; Miami (EUA).
2. Lunney M. Pensamento crítico e diagnósticos de enfermagem: estudos de caso e análises. Porto Alegre: Artmed; 2004.
3. Muller-Staub M, Lavin MA, Needham I, Achterberg TV. Nursing diagnoses, interventions and outcomes – application and impact on nursing practice: systematic review. *J Adv Nurs*. 2006; 56(5):514-31.
4. Rolfe G. Science, abduction and the fuzzy nurse: an exploration of expertise. *J Adv Nurs*. 1997;25(5):1070-5.
5. Zadeh LA. Fuzzy sets. *Inform Contr*. 1965;8:338-53.
6. Pedrycz W, Gomide F. An introduction to fuzzy sets: analysis and design. London: MIT Press; 1998.
7. Pedrycz W, Gomide F. Fuzzy systems engineering: toward human-centric computing. New Jersey: John Wiley & Sons; 2007.
8. North American Nursing Diagnosis Association (NANDA). Diagnósticos de enfermagem da NANDA: definições e classificação – 2007-2008. Porto Alegre: Artmed; 2008.
9. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR ISO/IEC - 14598-6. Engenharia de software: avaliação de produto: parte 6: documentação de módulos de avaliação. Rio de Janeiro: ABNT; 2004.
10. Sperandio DJ. A tecnologia computacional móvel na sistematização da assistência de enfermagem: avaliação de um software-protótipo [tese doutorado]. Ribeirão Preto: Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2008.
11. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR ISO/IEC 9126-1. Engenharia de software: qualidade de produto: parte 1: modelo de qualidade. Rio de Janeiro: ABNT; 2003.
12. Borges PRT. Qualidade de software educacional: critérios para validação de treinamentos multimídia utilizados em educação à distância. *Tecnol Educ*. 1998;26(140):11-7.
13. Perfeito JAJ, Forte V, Giudici R, Succì JE, Lee JM, Sigulem D. Desenvolvimento e avaliação de um programa multimídia de computador para ensino de drenagem pleural. *J Bras Pneumol*. 2008;34(7):437-44.
14. Matos FGOA, Cruz DALM. Development of an instrument to evaluate diagnosis accuracy. *Rev Esc Enferm USP [Internet]*. 2009 [cited 2010 May 20];43(n.esp):1088-97. Available from: http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v43nspe/en_a13v43ns.pdf
15. Rocha ARC. Análise e projeto estruturado de sistemas. Rio de Janeiro: Campus; 1987.

Agradecimentos

Apoio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por meio de bolsa de mestrado (Processo: 08/51800-9). Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio de concessão de bolsa de produtividade em pesquisa.

Agradecemos ao Grupo de Estudo sobre Diagnósticos, Intervenções e Resultados de Enfermagem (DIREnf), da Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, pela colaboração no estudo.