

Software Interativo: Ecocardiografia na Avaliação da Hipertensão Arterial

Interactive Software: Echocardiogram in Assessing High Blood Pressure

Fábio Abdalla Segamarchi¹
Fernando Antonio de Almeida¹
Suzana Guimarães Moraes¹

PALAVRAS-CHAVE

- Hipertensão;
- Ecocardiografia;
- Educação em Saúde;
- Software;
- Educação Médica.

KEYWORDS

- Hypertension;
- Echocardiogram;
- Health Education;
- Software;
- Medical Education.

Recebido em: 17/06/2013

Reencaminhado em: 03/02/2014

Reencaminhado em: 18/06/2014

Aprovado em: 31/08/2014

RESUMO

A hipertensão arterial é uma doença muito prevalente, evoluindo com lesões em órgãos-alvo, alta morbidade e mortalidade. A avaliação das repercussões cardíacas pela ecocardiografia tem papel importante na condução clínica dos indivíduos hipertensos, e suas imagens podem ser utilizadas como ferramenta para o ensino. **Objetivos:** Desenvolver e avaliar um software, construído com base em imagens ecocardiográficas, abordando de forma ilustrativa e interativa a estrutura e função cardíacas normais, bem como as alterações induzidas pela hipertensão arterial. **Métodos:** Foram selecionadas imagens ecocardiográficas de indivíduos normais e com comprometimento cardíaco determinado pela hipertensão (hipertrofia ventricular esquerda, miocardiopatia dilatada e infarto do miocárdio). Com estas imagens foi construído um software no programa multimídia Flash, que foi avaliado por estudantes de Medicina (n=38) e Enfermagem (n=18), também submetidos a pré- e pós-teste. **Resultados:** Os alunos consideraram o software útil, atraente e adequado às atuais metodologias educacionais proativas, promovendo ganho de conhecimento na compreensão do comprometimento cardíaco na hipertensão arterial. **Conclusão:** O software foi bem avaliado e considerado útil na aquisição de conhecimento numa área específica mais prevalente do comprometimento da saúde do adulto.

ABSTRACT

Hypertension is a very prevalent disease that causes lesions in target organs, high morbidity and mortality. Assessing the cardiac effects of hypertension through echocardiogram plays an important role in the clinical management of the condition and these images can be used for teaching. **Objectives:** To develop and evaluate a software, built from echocardiographic images, addressing illustratively and interactively normal cardiac structure and function as well as lesions induced by hypertension. **Methods:** Echocardiographic images from normal subjects and patients with cardiac involvement induced by hypertension (left ventricular hypertrophy, dilated cardiomyopathy and myocardial infarction) were selected. With these images a software was built in Flash multimedia that was evaluated by student doctors (n=38) and student nurses (n=18), who also underwent pre- and post-testing. **Results:** The students considered the software useful, attractive and appropriate to current proactive educational methodologies, promoting knowledge acquisition in the understanding of cardiac involvement in hypertension. **Conclusion:** The software was evaluated positively and considered useful for gaining knowledge in a specific but prevalent area of adult health impairment.

INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial é uma doença de alta prevalência, que acomete 35% da população brasileira acima dos 40 anos. Quando não tratada de maneira adequada, tem importante repercussão na qualidade de vida dos indivíduos acometidos¹. A hipertensão arterial é causa de lesões em órgãos-alvo, como o cérebro (acidente vascular encefálico), o coração (hipertrofia miocárdica, infarto do miocárdio e, como via final, a miocardiopatia dilatada), as artérias de extremidades, os vasos da retina (até cegueira) e os rins (insuficiência renal crônica)¹⁻⁸.

A hipertrofia ventricular esquerda (HVE) induzida pela hipertensão arterial é um fator independente de risco cardiovascular^{5,6}. A ocorrência de eventos como insuficiência cardíaca, doença coronária, insuficiência renal e acidente vascular encefálico é maior em pacientes hipertensos com HVE quando comparados aos demais hipertensos, estando também relacionada ao aumento de arritmias e morte súbita, proporcional ao grau de hipertrofia^{5,6}. Além disso, independentemente da presença de HVE, as alterações da função diastólica podem ser consideradas algumas das anormalidades mais precoces da disfunção miocárdica⁵. Já o infarto do miocárdio, com consequente necrose, pode evoluir com diferentes níveis de seqüela e limitação funcional, chegando a restrições importantes da capacidade física⁹.

Na última década, as doenças cardiovasculares foram a terceira causa de internação no Sistema Único de Saúde (SUS) e a primeira causa de gastos com saúde^{1,10,11}. O controle adequado da pressão arterial em indivíduos hipertensos é a principal estratégia para prevenção das complicações cardiovasculares da doença^{6,12,13,14}. Entretanto, em levantamento de 14 estudos populacionais realizados no Brasil entre 1992 e 2009, observaram-se baixos níveis de controle da pressão arterial, apenas 19,6%⁶.

Do ponto de vista da educação nas profissões da saúde, as diretrizes curriculares nacionais de 2001 para os cursos de graduação em Medicina, Enfermagem e Nutrição reforçam e estimulam a formação de profissionais que sejam capazes de atender de forma adequada a demanda local e regional do SUS, particularmente na Atenção Primária, local de atendimento preferencial dos indivíduos portadores de hipertensão arterial¹⁵⁻¹⁸. Preconizam que o eixo do desenvolvimento curricular atenda "as necessidades de saúde mais frequentes, referidas pela comunidade e identificadas pelo setor saúde, utilizando metodologias que privilegiem a participação ativa do aluno na construção do conhecimento e a integração entre os conteúdos, além de estimular a inte-

ração entre o ensino, a pesquisa e a extensão/assistência" (p.14)¹⁵⁻¹⁸.

Assim, o entendimento da fisiopatologia e das repercussões causadas pela hipertensão arterial irá influenciar e modificar as condutas adotadas por profissionais de saúde, melhorando o prognóstico dos pacientes a quem prestam assistência. Para isso, além do suporte para a formação do profissional, o constante avanço tecnológico vem auxiliando a medicina por meio de métodos diagnósticos e de tratamento, oferecendo ferramentas de trabalho que podem ser relevantes para a formação de profissionais capacitados.

A educação deve ser vista como um processo contínuo de busca de novos conhecimentos, algo vivo e em constante transformação. Não devemos temer a tecnologia, mas tê-la como uma aliada que pode tornar a transmissão e a aquisição de conhecimentos mais fáceis, rápidas e eficientes, desde que utilizada corretamente e em benefício dos melhores interesses para o ser humano¹⁹.

A utilização de imagens cuja qualidade melhora dia a dia é uma importante estratégia educacional e vem se tornando uma ferramenta indispensável à medida que a disponibilidade tecnológica na área da comunicação vem se expandindo e se democratizando¹⁹. Neste contexto, a ecocardiografia é uma destas importantes ferramentas de avaliação cardíaca. Seus recursos vêm sendo aprimorados a cada dia, partindo da ecocardiografia unidimensional, o modo M, passando para a bidimensional, o efeito Doppler, o Doppler colorido, chegando hoje às imagens tridimensionais²⁰. A ecocardiografia transtorácica, indicada para a maioria dos pacientes, é um método não invasivo e sem riscos, porém a ecocardiografia transesofágica e a ecocardiografia com estresse farmacológico têm risco, mas suas indicações são muito específicas²⁰.

Utilizar a ecocardiografia como um instrumento de auxílio na formação de alunos de graduação das áreas de saúde pode ajudar na compreensão do funcionamento do coração normal, das fases do ciclo cardíaco, da abertura das valvas, das conexões dos vasos sanguíneos e das cavidades cardíacas e suas eventuais alterações. Parâmetros anatômicos e funcionais podem ser mais bem entendidos com a utilização de imagens, demonstração dos fluxos, análises qualitativas e quantitativas do coração normal ou comprometido por qualquer afecção primária ou secundária e, em particular, nas lesões cardíacas provocadas pela hipertensão arterial²¹.

Assim, o presente projeto teve como objetivo desenvolver e avaliar um *software* construído com imagens ecocardiográficas, abordando de forma ilustrativa e interativa a estrutura

e função cardíacas normais e as alterações que ocorrem em pacientes portadores de hipertensão arterial.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi elaborado um roteiro de tópicos para o ensino das complicações cardíacas associadas à hipertensão arterial para estudantes da área da saúde. Estes tópicos deveriam ser abordados por um *software* construído com base numa biblioteca eletrônica de imagens digitais estáticas e em vídeos da anatomia cardíaca normal e alterada. Além da estrutura e função cardíacas normais, que serviam sempre como referência para as imagens alteradas pela hipertensão arterial, foi estabelecido que os seguintes tópicos deveriam ser abordados: HVE, miocardiopatia dilatada com insuficiência cardíaca e infarto do miocárdio. Para isso, foram criados pequenos casos clínicos típicos que abordam cada uma destas complicações.

Eis o exemplo de caso clínico criado para ilustrar a miocardiopatia dilatada: Milton tem 74 anos, é portador de hipertensão arterial há 20 anos, tratando-se sempre de forma irregular. Tem queixa de edema de membros inferiores, dispneia aos mínimos esforços, e no exame físico observa-se estase jugular pulsátil bilateral e presença de terceira bulha. Relata ainda que na sua radiografia de tórax já tinha sido observado "aumento do coração". O exame ecocardiográfico foi solicitado para avaliação funcional cardíaca.

Desenvolvimento do software

Para facilitar a correlação com as imagens ecocardiográficas, foram utilizadas imagens macroscópicas de corações normais e com alterações patológicas relacionadas à hipertensão arterial, cedidas pelos Laboratórios de Anatomia e Anatomia Patológica da Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde da PUC-SP. Foi criado também um *storyboard* constituído por desenhos feitos à mão livre. Estes esboços contêm todas as informações gráficas e visuais, tais como posicionamento e tamanho de figuras, esquemas, vídeos, legendas e botões de ação.

Foram selecionadas imagens ecocardiográficas estáticas e em movimento de corações com morfologia e função normais e alteradas, omitindo a identificação do paciente para garantir o anonimato e confidencialidade dos dados. As imagens foram adquiridas na sequência sistemática de cortes realizados na prática clínica, sincronizadas com a monitorização eletrocardiográfica. Foram utilizados recursos do modo M para a aquisição de parâmetros das estruturas cardíacas, tais como: tamanho, espessura, massa e desempenho contrátil (fração de ejeção). A fração de ejeção foi cal-

culada pelo método de Teicholtz¹⁹. A avaliação da fração de ejeção foi complementada com um método bidimensional (Simpson) nas projeções de quatro e de duas câmaras²². A massa do ventrículo esquerdo foi calculada pela fórmula preconizada pela Sociedade Americana de Ecocardiografia^{21,23,24}. Ainda na projeção em quatro câmaras, foi realizado o estudo com Doppler pulsátil, contínuo e colorido, para análise das valvas e suas possíveis disfunções e análise da função diastólica^{22,24}.

O *software* foi desenvolvido no autor de multimídia Flash[®], que permite a elaboração de animações e simulações em linguagem vetorial, resultando em arquivos compactos, que podem ser disponibilizados através da *web* ou em mídias ópticas e magnéticas. O *software* agrupa as imagens, textos e filmes subdivididos nos temas propostos, pareando imagens controles (normais) com patológicas, e associados a casos clínicos típicos que ilustram o cotidiano da prática clínica e as queixas comuns dos pacientes. A versão final do *software* está disponível no seguinte endereço da *web*: <http://www.hainfo-tec.net.br/ecocardio>.

Avaliação do software

Para a avaliação, o programa foi instalado na rede de computadores do Laboratório de Informática e da Biblioteca da PUC-SP, *campus* Sorocaba. Foram convidados a avaliar o material estudantes dos cursos de Medicina (segundo ao quarto ano) e Enfermagem (terceiro ano) da PUC-SP. Antes de iniciarem a navegação pelo *software*, os alunos responderam a um pré-teste, constituído por cinco perguntas abertas, associado a duas linhas que tinham a dimensão exata de cem milímetros, onde o aluno assinalava o ponto em que acreditava estar o seu nível de conhecimento sobre as patologias abordadas. Ao término do manuseio do *software*, os alunos responderam o pós-teste (idêntico ao pré-teste), para reavaliação cognitiva. A autoavaliação do conhecimento prévio (pré-teste) e no pós-teste foi quantificada medindo-se as linhas em milímetros, e isto correspondeu ao que os alunos consideraram como o conhecimento sobre o assunto. Além da autoavaliação do conhecimento, foram propostas cinco questões objetivas abertas, idênticas no pré-teste e pós-teste, corrigidas por um avaliador independente.

Para avaliar a qualidade do *software* e de seu conteúdo, os usuários responderam a um instrumento fechado de percepção, caracterizado por um documento impresso, constituído de 18 asserções dispostas aleatoriamente e abrangendo quatro dimensões: eficiência da metodologia, disponibilidade do *software*, qualidade do *software* e importância da metodologia da formação profissional.

Os usuários deveriam “concordar plenamente”, “concordar”, ser “indiferente”, “discordar” ou “discordar plenamente”, conforme a escala de Likert²². Esse questionário também continha um campo aberto onde o usuário era estimulado a relatar sua impressão sobre aspectos positivos e negativos do *software* utilizado, assim como a fazer comentários, críticas e sugestões que julgasse importantes²⁵⁻²⁸.

Considerações éticas

O projeto do estudo e o termo de consentimento livre e esclarecido foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), protocolo CAAE – 0128.0.154.000-11.

Análise estatística

Na avaliação cognitiva, as notas atribuídas a todas as questões abertas foram de 0 a 1, e a soma final proporcional para valores de 0 a 100. Os valores atribuídos à autoavaliação do conhecimento (linhas de 100 milímetros) de cada tema, assim como os valores das correções das questões abertas tiveram distribuição normal, permitindo fazer a análise dos valores como variável contínua, comparando-os de forma pareada (pré- e pós-teste) pelo teste “t” de Student.

Na avaliação das asserções (escala de Likert), foram calculadas a média e desvio padrão das asserções, somando-se as pontuações obtidas em cada asserção validada e dividindo-se pelo total dos respondentes. A análise de validade das asserções foi realizada por meio do cálculo do coeficiente de correlação (r) para cada asserção, que foi obtido pela seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{N}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N} \right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N} \right]}}$$

Onde: x = pontuação na asserção, por respondente;
y = total de pontos no instrumento, por respondente;
N = número de respondentes (tamanho da amostra).

O valor de corte recomendado para o cálculo da correlação linear envolvendo a pontuação na asserção e o total de pontos no instrumento, por respondente, é de r^3 0,30²⁵. Foram aceitas correlações positivas no intervalo de moderada a alta correlação (de 0,30 a 1,00), tendo em vista que a medição de percepções não necessita do rigor estatístico de se ter perfeita correlação entre as variáveis envolvidas.

Para a análise das dimensões do conhecimento, foram calculadas as médias e desvios padrões das dimensões, somando-se as pontuações obtidas de todas as asserções validadas em cada dimensão e dividindo-se pelo total de asserções. O gráfico das asserções foi elaborado com as médias atitudinais das asserções distribuídas por intervalos. Como as pontuações das asserções, neste caso, podem assumir intervalos de 1 a 5, o gráfico foi dividido em três áreas iguais, que foram denominadas zonas. Os aspectos negativos foram ilustrados pelas pontuações mais baixas. Então, quanto menor a pontuação, mais crítica é a situação. Desta forma, segundo o intervalo das médias: 1,00 a 2,33 corresponde à zona de perigo; 2,34 a 3,67, à zona de alerta; e 3,68 a 5,0 corresponde à zona de conforto.

Os dados qualitativos foram obtidos pelas informações ou opiniões descritas no campo aberto do instrumento de percepção e foram usados para complementar e/ou ilustrar os dados quantitativos.

RESULTADOS

O software

Para elaboração do *software*, foram adquiridas 94 imagens e 38 vídeos ecocardiográficos. Salienta-se que não houve qualquer forma de manipulação das imagens que pudessem interferir nos resultados. Foram definidas 63 telas, divididas em quatro temas: coração normal, hipertrofia de ventrículo esquerdo, miocardiopatia dilatada e infarto do miocárdio. O *software* inicia-se com uma tela de apresentação com o título “Ecocardiografia Interativa” e uma pequena explanação do conteúdo que será abordado, seguida pela apresentação dos autores e instituição onde o projeto foi desenvolvido. A seguir, outra tela explica ao usuário como usar os botões de navegação e o encaminha ao menu principal, onde poderá acessar o material sobre o coração normal ou sobre as três condições patológicas.

Ao acessar o botão “coração normal”, o usuário iniciará uma navegação através de um exame ecocardiográfico normal, que tem por objetivo ajudá-lo a entender novos conceitos ou aperfeiçoar seus conhecimentos sobre os diferentes recursos do exame e os principais planos de projeção utilizados durante o exame. Já ao clicar em uma das patologias, o usuário verá uma tela inicial com foto macroscópica da patologia e breve texto explicativo, seguido pelas imagens do exame relativo a essa patologia. Em algumas telas, o usuário ainda terá a possibilidade de abrir uma nova janela, dentro da tela principal, com tabelas de valores de referência dos parâmetros medidos ou pequenas explicações, definições e conceitos.

As imagens ecocardiográficas foram colocadas na sequência da realização habitual dos exames ecocardiográficos, partindo da posição paraesternal longitudinal e transversal, o modo M com suas medidas, seguido pelas projeções de quatro, duas e, conforme o interesse, cinco câmaras, com as análises dos fluxos sanguíneos transvalvares. Foram mantidas nas mesmas projeções imagens de referência (exames normais) ao lado das imagens da patologia discutida, facilitando a detecção das alterações descritas.

Para que o *software* fosse motivador, durante o seu desenvolvimento houve a preocupação como aspecto visual e a interatividade. O cuidado com o aspecto visual foi em relação ao tamanho da tela, cores, posição dos botões de controle, padronização da disposição das imagens, entre outros fatores que pudessem influenciar a aceitação e o entendimento. Já na interatividade, foram desenvolvidos botões que permitem ao usuário avançar ou retroceder por todo o programa e um terceiro botão, que permite retornar a uma tela principal com os tópicos, de onde podem ser acessados diretamente. Durante a navegação, existem algumas palavras em destaque (negrito vermelho) que, ao se passar o *mouse* sobre elas, indicam na imagem, com setas, a estrutura descrita ou alterações pertinentes ao quadro clínico ou ainda os valores de referência e alterados para parâmetros calculados durante o exame.

Avaliação do software

Participaram da avaliação do *software* 38 alunos do curso de Medicina, sendo 11 do segundo ano, 12 do terceiro e 15 do quarto ano. Além destes, participaram também 18 alunos do terceiro ano do curso de Enfermagem, num total de 56 alunos.

A análise da avaliação cognitiva, comparando os resultados do pré- e do pós-teste, evidenciou progresso dos alunos de ambos os cursos, em todas as questões abordadas. A Tabela 1 mostra a comparação, antes e depois da manipulação do *software*, das respostas de autoavaliação de conhecimento sobre a estrutura no coração normal (pergunta 1) e sobre o comprometimento cardíaco na hipertensão arterial (pergunta 2), indicadas na linha contínua (de 0 a 100) pelos alunos dos cursos de Medicina e Enfermagem. Observe-se que, independentemente do curso, todos tiveram ganho de conhecimento na autoavaliação.

A Tabela 2 apresenta o desempenho dos alunos dos cursos de Enfermagem e Medicina (segundo, terceiro e quarto anos) nas questões abertas, corrigidas por um pesquisador

TABELA 1:
Análise comparativa das respostas às perguntas 1 e 2 de autoavaliação dos alunos dos cursos de Medicina e Enfermagem nas condições pré- e pós-manipulação do software

Pergunta 1	Alunos Medicina (n=38)	Alunos Enfermagem (n=18)	Todos (n=56)
Valores pré-teste	65,0±15,2	77,1±11,1	68,9±15,0
Valores pós-teste	73,6±21,0*	85,1±13,1**	77,3±19,5**
Pergunta 2			
Valores pré-teste	72,0±14,1	78,7±13,5	74,2±14,2
Valores pós-teste	80,0±16,2**	85,9±10,5*	81,9±14,8**

Valores = Média±DP. Pergunta 1: "Indique na linha contínua abaixo com que clareza você tem a imagem estrutural e funcional do coração, de suas câmaras e paredes". Pergunta 2: "Indique na linha contínua abaixo como você considera o seu conhecimento das consequências da hipertensão arterial sobre a estrutura e função do coração". * = p < 0,05 e ** = p < 0,01 na comparação pré- e pós-teste pelo teste "t" de Student (pareado).

independente, empregando como referência um roteiro pré-elaborado. Na questão 3, é possível observar que todos tiveram ganho de conhecimento, porém somente os alunos de Enfermagem com significância estatística. Na questão 4, todos tiveram ganho de conhecimento, sendo que os alunos de Enfermagem e do terceiro e quarto anos de Medicina com significância estatística. Nas questões 5 e 6, todos tiveram ganho de conhecimento com significância estatística. É interessante observar que nas questões 5 e 6 o conhecimento prévio dos alunos era baixo, porém, como se tratava de questões muito técnicas, este resultado era esperado. Na questão 7, todos tiveram ganho de conhecimento, exceto o quarto ano de Medicina, mas apenas o segundo ano de Medicina com significância estatística. Quando analisamos ano a ano o conjunto de questões, observamos que em todos houve ganho significativo de conhecimento.

Após a análise das asserções contidas no instrumento de percepção e avaliação do *software*, com o cálculo do coeficiente de correlação linear (r), foram validadas 16 das 18 asserções inicialmente propostas (Tabela 3). Apenas as asserções validadas foram usadas na análise subsequente.

A Tabela 3 apresenta as médias e desvio padrão das 18 asserções apresentadas aos alunos. Entre as asserções, apenas

TABELA 2:
Análise comparativa da distribuição dos valores da correção das questões 3, 4, 5, 6 e 7 no pré-teste e pós-teste nos diferentes anos e cursos

Questões/ Cursos	Segundo ano Medicina		Terceiro ano Medicina		Quarto ano Medicina		Terceiro ano Enfermagem		Total	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Questão 3	38,5±29,2	54,8±32,8	54,7±32,5	64,3±28,4	52,6±19,8	61,3±21,0	38,1±38,2	67,2±28,8*	50,5±30,8	68,7±25,3*
Questão 4	18,2±38,2	35,5±43,9	17,5±34,1	51,7±36,6*	6,0±15,9	46,7±28,2*	2,8±11,8	39,4±25,1*	9,8±27,2	49,2±32,7*
Questão 5	0,0±0,0	64,5±39,1*	0,0±0,0	68,3±43,4*	0,0±0,0	90,0±23,6*	5,6±23,6	86,1±33,5*	2,2±14,7	85,9±34,4*
Questão 6	0,0±0,0	14,5±16,3*	0,0±0,0	19,7±22,2*	13,3±29,7	48,7±38,5*	0,0±0,0	19,4±22,9*	4,4±17,7	31,1±30,6*
Questão 7	19,1±29,8	28,2±30,3*	39,2±35,8	55,0±15,1	82,7±19,4	74,7±20,7	43,9±30,7	49,4±35,6	65,7±37,1	74,6±31,7

Média±DP comparando pré-teste a pós-teste. Questão 3: "Liste as consequências da hipertensão arterial sobre a estrutura e função do coração". Questão 4: "Você sabe o que significa o efeito Doppler?". Questão 5: "Você sabe o significado das ondas "E" e "A" relacionadas ao fluxo sanguíneo através da valva mitral?". Questão 6: "Você sabe como se estima ao ecocardiograma a massa do ventrículo esquerdo e a fração de ejeção do ventrículo esquerdo?". Questão 7: "Você tem conhecimento das alterações estruturais e funcionais de um coração que sofreu um infarto do miocárdio?" * p < 0,001.

duas não foram validadas ($r < 0,30$) e ambas se referiam à maneira de disponibilizar o *software* aos interessados. Nessa tabela é possível observar ainda que todas as asserções validadas se localizam na área de conforto, ou seja, no terço superior da avaliação (valores > 3,67).

O Gráfico 1 mostra que a análise das assertivas por dimensões também revelou que todas se localizam na área de conforto (entre 3,67 e 5,0), ressaltando a qualidade e eficiência do material didático e da metodologia empregada para o entendimento das repercussões cardiológicas decorrentes da

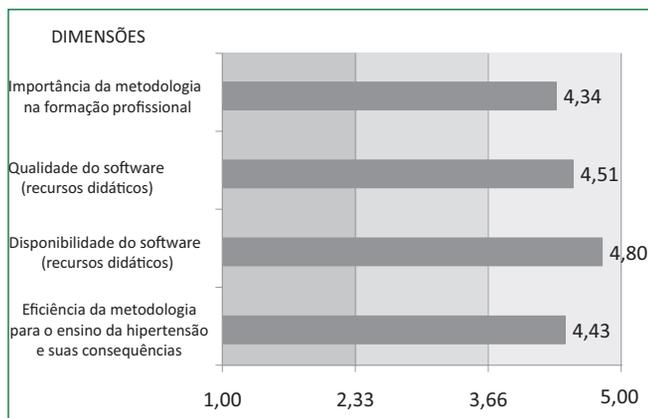
TABELA 3:
Validação das asserções

Asserções	Médias	Desvio Padrão	r
1. O conteúdo do <i>software</i> ajuda a entender a morfologia e a fisiologia normais e alteradas do coração.	4,50	0,50	0,43
2. O <i>software</i> deve estar à disposição dos alunos, para utilização extraclasse.	4,80	0,52	0,30
3. A quantidade de conteúdo abordado é excessiva.	4,00	0,83	0,44
4. Os conteúdos abordados no <i>software</i> não são relevantes à formação do profissional da saúde.	4,43	1,08	0,37
5. A melhor maneira de colocar o <i>software</i> à disposição do aluno é um CD-ROM.	2,91	1,16	0,24(*)
6. O <i>software</i> é de fácil utilização.	4,70	0,50	0,33
7. Esta metodologia de ensino permite interação entre várias disciplinas ou áreas.	4,41	0,60	0,39
8. Esta metodologia não integra teoria e prática.	4,25	0,92	0,69
9. A metodologia desperta meu interesse para o aprendizado.	4,43	0,53	0,47
10. Deve ser produzido material semelhante, adaptado para outras áreas ou disciplinas.	4,70	0,46	0,43
11. O material como um todo é de boa qualidade.	4,66	0,48	0,52
12. É importante a iniciativa de avaliar uma metodologia de ensino.	4,63	0,52	0,56
13. A metodologia de ensino estimula o raciocínio.	4,50	0,54	0,55
14. Esta metodologia de ensino não aproxima a área básica da área clínica.	4,27	0,85	0,74
15. A melhor maneira de colocar o <i>software</i> à disposição do aluno é a internet.	4,39	0,76	0,10 (*)
16. Esta metodologia está de acordo com os objetivos da reforma curricular.	4,32	0,69	0,47
17. O <i>software</i> acrescenta pouco àquilo já visto em sala de aula.	4,11	1,06	0,50
18. A metodologia torna um assunto complexo como a ecocardiografia mais interessante.	4,43	0,60	0,55

*Asserções não validadas.

hipertensão arterial através das imagens estáticas e dinâmicas da ecocardiografia.

GRÁFICO 1.
Análise das repostas atitudinais por dimensão



No campo aberto para observações, houve muitos comentários positivos e elogios à metodologia empregada, ressaltando a importância da construção do *software* e seu emprego no apoio educacional para estudantes da área da saúde. Foram também feitas sugestões de aprimoramento e/ou complementação do *software*. A título de ilustração, reproduzimos algumas dessas observações: “um instrumento que pode favorecer nosso conhecimento, pois é bastante completo e de ótima qualidade”; “acho que só tem a acrescentar para o aprendizado e deve se expandir para que abranja outros sistemas”; “*software* de fácil utilização, que proporciona bom aprendizado; apresentação clara com imagens que ajudam a entender o tema”.

A análise do conteúdo descrito no campo aberto também permitiu identificar possíveis melhorias que poderão ser implementadas futuramente no *software*, tendo em vista que a linguagem vetorial proporciona constante atualização do material. Esta etapa também valorizou a opinião dos usuários.

DISCUSSÃO

O desenvolvimento do computador pessoal e o processo de informatização ocasionaram uma verdadeira revolução no armazenamento de grande quantidade de dados em espaços cada vez menores ou mesmo virtuais e, quando feitos de maneira adequada, tornaram mais ágil e eficiente a realização de processos operacionais^{19,29}. Outra mudança ainda maior ocorreu quando o computador se uniu aos meios de comunicação, utilizando a rede mundial de comunicação (*web*). Duas das consequências foram o aumento na velocidade de transmissão e aquisição de novos conhecimentos (matéria-prima da edu-

cação) e um modo mais dinâmico e eficiente de trabalhar as informações, sem qualquer forma de discriminação^{19,29,30}.

Neste novo cenário, a educação convencional começou a ser questionada e pressionada no sentido de mudar as formas de transmitir e criar conhecimentos¹⁹. Mesmo grandes universidades consagradas iniciaram processos de reavaliação e mudanças nos métodos de ensino-aprendizagem, pois os profissionais formados já não atendiam às expectativas de mercado ou, no caso da saúde, às necessidades da população^{16,31}. As formas tradicionais de ensino não conseguem mais acompanhar a quantidade de novas informações que surgem diariamente. Neste ponto, as novas tecnologias da educação podem ajudar, não só facilitando o acesso aos novos conhecimentos, mas também como ferramentas que podem auxiliar no processo ensino-aprendizagem, tornando-o mais eficiente e atraente^{19,32}. De nenhum modo é descartada a figura do professor, isto aumenta seu grau de responsabilidade, pois ele necessita se adequar às novas tecnologias e estar em constante atualização^{29,33}.

Estas novas tecnologias podem utilizar ambientes virtuais, simuladores e *softwares*, que podem ser adaptados à prática educacional de forma geral (exemplo: banco de dados ou editores de texto) ou desenvolvidos com conteúdos e objetivos específicos^{29,32,33,34,35}. Estas ferramentas já vêm sendo utilizadas em várias áreas do processo ensino-aprendizagem e em várias áreas da saúde³⁰. Existem trabalhos na área de Ginecologia e Obstetrícia que usam programas de computador para melhorar as habilidades dos alunos de Medicina no acompanhamento da gestação com a ultrassonografia, com boa avaliação dos resultados³⁶. A ecocardiografia já foi comparada com outros laboratórios do curso de Medicina, sendo utilizada para demonstrar adaptações do sistema cardiovascular frente ao exercício em indivíduos saudáveis, com resultados bastante favoráveis e boa aceitação pelos alunos^{37,38}.

O *software* desenvolvido neste projeto permite a interação dos alunos com o programa, ou seja, o aprendizado interativo e com autonomia, cujo principal benefício é o respeito ao ritmo de aprendizado de cada usuário. Da maneira como foi idealizado, o *software* permite a visualização de imagens normais e a comparação das consequências estruturais e funcionais em estados patológicos, relacionando-as a situações frequentemente encontradas na prática clínica. Muitas vezes, o aluno ou o profissional aprendiz tem dificuldade em entender (e o professor ou tutor de demonstrar) as lesões cardíacas e suas repercussões clínicas. Neste sentido, as imagens do *software* facilitam o entendimento e a demonstração das alterações funcionais e, mais importante, respeitam o grau de interesse, a escolha do momento mais oportuno para estudar e o ritmo de aprendizado de cada um. Além disso, tem potencial para

alcançar um grande número de usuários e ser uma alternativa para as instalações físicas limitadas de algumas instituições de ensino, em particular os laboratórios experimentais.

O projeto teve como objetivo desenvolver um *software* educativo para alunos e profissionais da saúde a partir de imagens ecocardiográficas geradas no trabalho do dia a dia de um médico e mantidas em um banco de dados próprio. Só foi possível transpor o desafio inicial de transformar estas imagens e vídeos em um *software* interativo graças à disponibilidade de programas que permitiram sua execução. A criatividade dos autores, porém, foi indispensável à transformação das imagens em *software* e também fundamental para tornar o material atraente e motivador, transformando-o numa ferramenta útil para o ensino-aprendizagem das complicações cardíacas da hipertensão arterial.

A estratégia de utilizar casos clínicos comuns na prática clínica como elementos motivadores foi francamente favorável, na avaliação dos alunos. As avaliações de autopercepção do instrumento de ensino-aprendizagem, bem como os relatos registrados ou informais dos alunos que o testaram foram muito apreciativos. Já discutimos em parte estes achados por ocasião da apresentação dos resultados destas avaliações, mas vale a pena ressaltar e complementar a discussão de alguns aspectos.

Embora todas as assertivas estivessem dentro da janela de uma avaliação positiva (área de conforto), ficamos com a impressão de que o conteúdo didático foi realmente excessivo, particularmente em se tratando de uma única ocasião de manuseio. Assim, sugerimos trabalhar o material em mais de um momento, para que o aprendiz usuário possa aproveitá-lo em toda a sua potencialidade. Não nos surpreendeu também que a assertiva "o *software* acrescenta pouco àquilo já visto em sala de aula" tenha tido avaliação inferior à das demais, pois este é um material complementar ao estudo-aprendizagem e não dispensa os momentos didáticos "tradicionais".

Com relação às avaliações somativas formais, ficou claro que a manipulação do *software* promoveu um evidente acréscimo de conhecimento para os alunos do segundo ao quarto ano do curso de Medicina e do terceiro ano do curso de Enfermagem. A utilização do *software* também permitiu a introdução de conceitos habitualmente não vistos em sala de aula e que foram amplamente entendidos pelos alunos. Um exemplo disso é a "disfunção diastólica", que ocorre na hipertrofia ventricular esquerda, na maioria das vezes secundária à hipertensão arterial^{5,39}. Praticamente nenhum aluno conhecia este conceito no momento do pré-teste e 90% o dominavam no pós-teste. O mesmo ocorreu em relação ao conceito de efeito Doppler e à estimativa da massa do ventrículo esquerdo

através do exame. Poucos tinham estes conceitos no pré-teste e boa parte os adquiriu com a manipulação do material educativo.

CONCLUSÕES

Podemos concluir que foi alcançado o objetivo de construir um *software* para auxiliar na compreensão da estrutura e fisiologia cardíacas normais, assim como do comprometimento miocárdico na hipertensão arterial. O *software* foi testado por um grupo de estudantes de Medicina e Enfermagem que o avaliaram positivamente e o consideraram uma estratégia de ensino atraente e adequada às novas metodologias educacionais.

Entretanto, o real valor desta ferramenta educacional só poderá ser avaliado após ampla utilização por alunos e profissionais das diferentes áreas da saúde aos quais o conhecimento veiculado possa ser útil. Caso seu valor se confirme, vemos com grande interesse a possibilidade de utilizar metodologia semelhante em um leque de outras condições fisiológicas e patológicas, tanto na área da Cardiologia, como de outros órgãos e sistemas.

AGRADECIMENTOS

Nossos especiais agradecimentos à Profa. Dra. Vera Lúcia Nascimento Blaia D'Ávila, por sua colaboração e *expertise*, e que, como pesquisadora independente, realizou a correção das questões abertas da avaliação do *software*. Agradecemos aos alunos que participaram da avaliação do *software* com interesse e disposição de colaborar no aperfeiçoamento do material educativo.

REFERÊNCIAS

1. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Sociedade Brasileira de Hipertensão. Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Arq Bras Cardiol. 2010; 95 (1 supl.1):1-51.
2. Amodeu C. Hipertensão arterial: prognóstico e epidemiologia. In: Timerman A, César LAM, editores. Manual de cardiologia SOCESP. São Paulo: Atheneu; 2000. p. 307-9.
3. Almeida FA, Rodrigues CIS. Hipertensão Arterial Primária. In: Riella MC, editor. Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrolíticos. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010. cap. 35, p. 665-706.
4. Kaplan NM, Victor RG. Hipertensão clínica de Kaplan. 10.ed. Porto Alegre: Artmed; 2012. cap. 4, p. 144-85: Hipertensão primária: história natural e avaliação.
5. Campana EMG, Pizzi OL, Brandão AA, Magalhães MEC, Pozzan R, Freitas EV, Brandão AP. Acometimento cardíaco na hipertensão arterial. In: Amodeu C, Brandão AA, Nobre

- F, Fuchs FD, editores. Hipertensão. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2012. p.173-80.
6. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Departamento de Hipertensão Arterial. I Posicionamento Brasileiro Sobre Hipertensão Arterial Resistente. Rev Bras Hipertens. 2012; 19(2):33-41.
 7. Rolande DMS, Fantini JP, Cardinalli Neto A, Cordeiro JA, Bestetti RB. Determinantes prognósticos de pacientes com insuficiência cardíaca sistólica crônica secundária à hipertensão arterial sistêmica. Arq Bras Cardiol. 2012; 98(1):76-83.
 8. Victor RG. Systemic hypertension: mechanisms and diagnosis. In: Bonow RO, Mann DL, Zipes DP, Libby P, Braunwald E, editor. Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. 9ª ed. Philadelphia: Elsevier; 2012. v. I, chap. 45, p. 935-54.
 9. Stefanini E, Ramos RF. Infarto agudo do miocárdio com supradesnivelamento do segmento ST: avaliação clínica e laboratorial. In: Nobre F, Serrano Jr CV, editores. Tratado de cardiologia SOCESP. Barueri: Manole; 2005. p. 650-61.
 10. Ramos RB, Fabri Jr J, Mansur AP. A insuficiência cardíaca no Brasil e no mundo e avaliação de sua influência socioeconômica. In: Nobre F, Serrano Jr CV, editores. Tratado de Cardiologia SOCESP. Barueri: Manole; 2005. p. 733-42.
 11. Brasil. Ministério da Saúde. Estatísticas de saúde [Internet]. Brasília, DF: MS; 2010 [acesso em 12 set. 2011]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2010/matriz.htm?saude=http%3A%2F%2Ftabnet.datasus.gov.br%2Fcgi%2Fidb2010%2Fmatriz.htm&boook=OK&obj=http%3A%2F%2Ftabnet.datasus.gov.br%2Fcgi%2Fidb2010%2Fmatriz.htm#mort>.
 12. Laurenti R. Mortalidade por doenças cardiovasculares no Brasil. In: Nobre F, Serrano Jr CV, editores. Tratado de Cardiologia SOCESP. Barueri: Manole; 2005. p. 16-21.
 13. Lotufo PA. Epidemiologia da hipertensão arterial no Brasil. In: Nobre F, Serrano Jr CV, editores. Tratado de cardiologia SOCESP. Barueri: Manole; 2005. p. 395-404.
 14. Plano de Reorganização da Atenção à Hipertensão Arterial e ao Diabetes Mellitus (HiperDia) [Internet]. [acesso em 24 nov. 2012]. Disponível em: <http://hiperdia.datasus.gov.br/>.
 15. Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES nº 1133/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Medicina, Enfermagem e Nutrição. Diário Oficial da União [Internet], 03 out. 2001 [acesso em 24 nov. 2012], seção 1E, p. 131. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/ces1133.pdf>.
 16. Souza PA, Zeferino AMB, Da Ros MA. Currículo integrado: entre o discurso e a prática. Rev Bras Educ Méd. 2011; 35(1):20-5.
 17. Lampert JB, Costa NMSC, Perim GL, Abdalla IG, Aguiar-da-Silva RH, Stella RCR. Tendências de mudanças em um grupo de escolas médicas brasileiras. Rev Bras Educ Méd. 2009 ; 33(1):19-34.
 18. Gomes AP, Rego S. Transformação da educação médica: é possível formar um novo médico a partir de mudanças no método de ensino-aprendizagem? Rev Bras Educ Méd. 2011; 35(4):557-66.
 19. Dowbor L. Tecnologias do conhecimento: os desafios da educação [Internet]. 2001 [atualizado em 2011] [acesso em 21 nov. 2012]. Disponível em: <http://dowbor.org/2001/01/tecnologias-do-conhecimento-os-desafios-da-educacao.html/>.
 20. Morcef FAP. Ecocardiografia uni-bidimensional, transesofágica e Doppler. 2ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. cap. 1, p. 1-44: Princípios físicos e instrumentais.
 21. Barbosa MM, Nunes MCP, Campos Filho O, Camarozano A, Rabischoffsky A, Maciel BC, et al.; Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretrizes das Indicações da Ecocardiografia. Arq Bras Cardiol. 2009; 93(6supl.3):e265-e302.
 22. Ferreira LDC. Avaliação da função sistólica ventricular. In: Silva CES, editor. Ecocardiografia: princípios e aplicações clínicas. 2.ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2012. v. I, cap. 20, p. 365-87.
 23. Pena JLB. Ecocardiograma na hipertensão arterial sistêmica. In: Silva CES, editor. Ecocardiografia: princípios e aplicações clínicas. 2.ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2012. v. I, cap. 37, p. 755-69.
 24. Connolly HM, OH JK. Echocardiography. In: Bonow RO, Mann DL, Zipes DP, Libby P, Braunwald E, editor. Braunwald's heart disease: A textbook of cardiovascular medicine. 9ª ed. Philadelphia: Elsevier; 2012. v. I, chap. 15, p. 200-76.
 25. Likert R. The method of constructing an attitude scale. New York: Wiley; 1967.
 26. Carmichael SW, Pawlina W. Animated PowerPoint as a tool to teach Anatomy. Anat Rec (New Anat). 2000; 261:83-8.
 27. Chen MY, Boehme JM, Schwarz DL, Liebkemann WD, Bartholmai BJ, Wolfman NT. Radiographic anatomy: multimedia interactive instructional software on CD-ROM. Am J Roentgenol. 1999; 173:1181-4.
 28. Leong SK. Back to basics. Clin Anat. 1999;12:422-6.
 29. Jucá SCS. A relevância dos *softwares* educativos na educação profissional. Ciênc Cogn. 2006; 8:22-8.

30. Preger CM. Educação médica continuada a distância em endocrinologia e metabologia. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2005; 49(4):584-95.
31. Aguiar AC. Implementando as novas diretrizes curriculares para a educação médica: o que nos ensina o caso de Harvard? *Interface (Botucatu).* 2001;5(8):161-6.
32. Lopes MVO, Araujo TL. Avaliação de alunos e professores acerca do software "Sinais Vitais". *Rev Esc Enferm USP.* 2004;38(4):438-47.
33. Zem-Mascarenhas SH, Cassiani SHBI. Desenvolvimento e avaliação de um software educacional para o ensino de enfermagem pediátrica. *Rev Latino-Am Enferm.* 2001;9(6):13-8.
34. Melo FNP, Damasceno MMC. A construção de um software educativo sobre ausculta dos sons respiratórios. *Rev Esc Enferm USP.* 2006;40(4):563-9.
35. Machado LS, Moraes RM, Nunes FLS, Costa RMEM. *Serious games* baseados em realidade virtual para educação médica. *Rev Bras Educ Med.* 2011;35(2):254-62.
36. Amesse LS, Callendar E, Pfaff-Amesse T, Duke J, Herbert WNP. Evaluation of computer-aided strategies for teaching medical students prenatal ultrasound diagnostic skills. *Med Educ [Serial Online].*2008; 13:13.
37. Brunner M, Moeslinger T, Spieckermann, PG. Echocardiography for teaching cardiac physiology in practical student courses. *Adv Physiol Educ.* 1995;13:S2-9.
38. Song S, Burlison BD, Passo S, Messina EJ, Levine N, Thompson CI, et al. Cardiac structure and function in humans: a new cardiovascular physiology laboratory. *Adv Physiol Educ.* 2009; 33:221-9.
39. Souza ACS. Avaliação da função diastólica do ventrículo esquerdo. In: Silva CES, editor. *Ecocardiografia: princípios e aplicações clínicas.* 2.ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2012. v. I, cap. 21, p. 393-415.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Fábio Abdalla Segamarchi produziu todo o material ecocardiográfico, escreveu o projeto, produziu o software e escreveu o texto final. Fernando Antonio de Almeida co-orientou todo o projeto desde a concepção até a revisão do texto final. Suzana Guimarães Moraes orientou todo o projeto, a construção do software e revisou o texto.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse de qualquer natureza.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Fábio Abdalla Segamarchi
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde
Rua Joubert Wey, 290
Jardim Vergueiro – Sorocaba
CEP 18030-070 – SP
E-mail: abmarchi@ig.com.br