

Website: Material de apoio para professores de biofísica aplicada a enfermagem

(Website: *Complementary material for biophysics teachers in nursing programs*)

Fábio Sander Prado Guimarães¹, Adriana Gomes Dickman², Andréa Carla Leite Chaves²

¹Universidade de Itaúna, Itaúna, MG, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática,
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Recebido em 26/3/2014; Aceito em 25/5/2014; Publicado em 7/8/2014

Esse trabalho relata o processo de elaboração de um *website* relacionando a física com a biologia com o objetivo de instrumentalizar o professor para o ensino de biofísica aplicada ao curso de enfermagem. O material inclui compilações de textos, exercícios, vídeos, animações, situações problematizadoras e artigos científicos sobre biofísica aplicada à enfermagem. Os temas abordados foram definidos a partir de uma pesquisa realizada junto a enfermeiros, professores e alunos do curso de enfermagem da cidade de Itaúna (MG). No material são discutidos temas relacionados com a hidrostática, hidrodinâmica e leis de escalas na biologia, incluindo sugestões de como abordar os conteúdos, com base na metodologia da aprendizagem baseada em problemas (ABP). Uma avaliação feita por professores de física e biologia indica que o material é adequado, cumprindo seu objetivo de fornecer informações sobre biofísica considerando a prática profissional dos futuros enfermeiros.

Palavras-chave: ensino de biofísica, enfermagem, aprendizagem baseada em problemas, *website*.

In this paper we report the elaboration process of a didactic material, in the form of a website, designed to help teachers to prepare biophysics classes in nursing programmes. The material includes compiled texts, exercises, videos, applets, problem-based situations and scientific papers about biophysics applied to nursing. The methodology used to select the discussed topics involves research carried out with teachers and students in nursing programs, in addition to professional nurses. The topics discussed in the material are related to hydrostatics, hydrodynamics, and scaling laws in biology, including instructions suggesting how to approach the contents, based on the problem-based learning (PBL) methodology. Biology and physics teachers indicated, through an evaluation, that the material is appropriate, providing useful information about biophysics considering the professional practice of the future nurses.

Keywords: biophysics education, nursing, problem-based learning, *website*.

1. Introdução

A relação entre a biologia e a física torna-se cada vez mais presente e importante no cenário educacional. Esta conexão ocorre constantemente na aplicação de conceitos, técnicas, e também por meio do intenso uso de aparelhos para exames de diagnóstico, na sua maioria baseados em princípios físicos. Segundo Coelho [1], as aplicações da física na biologia, e em outras áreas afins como a biofísica, a bioquímica e a ecologia matemática, vão desde o uso de moléculas orgânicas marcadas com átomos radioativos, até o uso de satélites para o monitoramento de ecossistemas terrestres.

Diante dessa realidade, as relações entre as áreas do conhecimento se modificam, reestruturando-se para produzir novos conhecimentos, fazendo-se necessária

uma interação mais efetiva entre as várias áreas. Entretanto, as novas disciplinas que surgem dessas fusões criam desafios para professores de áreas específicas, pois, geralmente, estes precisam explorar e integrar conhecimentos diferentes daqueles diretamente ligados à sua área de formação acadêmica e à sua experiência profissional. Um exemplo desta situação é o caso dos professores de biofísica para o curso de enfermagem, sendo essencial que os professores saibam discutir os conteúdos de física relacionados à prática da enfermagem.

Um bom livro didático é importante para auxiliar a prática docente, entretanto, embora seja possível encontrar vários livros de biofísica, [2-8], cujo conteúdo atende às necessidades didáticas de vários cursos da

²E-mail: adickman@pucminas.br.

área da saúde, abordando conhecimentos gerais sobre física, biologia e anatomia, é difícil encontrar um livro que discuta os conteúdos da biofísica direcionados para um determinado curso, em especial o de enfermagem.

Em geral, devido à escassez de material de física específico para este curso, o professor recorre a diferentes livros e textos, produzindo, ele próprio, o material a ser utilizado. Entretanto, a mera compilação de conteúdos pode tornar o ensino de física fragmentado e descontextualizado, apontando para uma necessária implementação de mudanças metodológicas e curriculares.

A importância da articulação teoria-prática e a minimização do conhecimento fragmentado está refletida na pesquisa feita por Angotti [9], que propõe o ensino de saberes sistematizados e interligados em qualquer campo do conhecimento, sobretudo nas ciências naturais. Angotti argumenta que o ensino de física, biologia e química caracteriza-se “por um conjunto de fragmentos de saberes que, embora associados, não são assim discutidos...” e que esses saberes “resultam separados, ilhados, mesmo para a maioria dos professores dessas ciências” [10]. Um dos passos rumo a essa articulação seria, na perspectiva de Angotti, o esforço em detectar o que é relevante e fundamental, o que é secundário, e em reduzir os atomismos de cada disciplina [9].

Ao discutir a física sob a ótica da demanda dos currículos de graduação, tratando-se de uma disciplina ministrada em vários cursos da área biológica e da saúde, Corso [11] reforça a importância que a disciplina assume como suporte no ensino da fisiologia, e aponta para a essencialidade do aprendizado de conceitos básicos de biofísica e da necessidade que esta seja adaptada à realidade do curso de enfermagem.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é instrumentalizar o professor para o ensino de biofísica, por meio de um *website*, que apresenta textos compilados de várias referências na área, vídeos, simulações, situações-problema, exercícios de revisão e artigos relacionando a física com a biologia na perspectiva da enfermagem.

Na próxima seção discute-se brevemente a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) adotada como referencial teórico. Na terceira e quarta seções, apresentam-se a trajetória da investigação e o produto da pesquisa, respectivamente. Nas considerações finais retoma-se a discussão inicial sobre a importância da biofísica, reavaliando os pressupostos defendidos de acordo com os resultados encontrados.

2. Referencial teórico: Aprendizagem baseada em problemas

De acordo com Delizoicov e Angotti, considerando-se que o indivíduo interage com o objeto do conhecimento, com os fenômenos que constituem a realidade, mediado pelas relações sociais, compreende-se a importância das concepções prévias dos alunos na abordagem de ensino

dos problemas, na apropriação do conhecimento e na constituição dos obstáculos epistemológicos a serem superados no processo de problematização [12].

A metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), estratégia de aprendizagem muito utilizada no ensino superior na área da saúde, fundamenta-se na utilização de problemas, elaborados por uma equipe de especialistas para contemplar conhecimentos e atingir objetivos de aprendizagem planejados, como ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

Cyrino e Toralles-Pereira [13], ao investigar vários aspectos da utilização da metodologia ABP em cursos da área de saúde, concluíram que esse tipo de proposta favorece a integração das disciplinas, além da motivação baseada na prática profissional, diminuindo a distância entre o curso e a clínica.

A ABP apresenta-se como metodologia capaz de contextualizar os conteúdos da biofísica, de forma a estreitar a relação entre os conhecimentos que se constrói nos cursos de formação e aqueles envolvidos na prática do enfermeiro. O *website* elaborado inclui questões problematizadoras que relacionam o conteúdo de física com o funcionamento de várias partes do corpo humano e as técnicas empregadas na enfermagem, possibilitando uma aprendizagem ativa.

3. Metodologia

Nesta seção são discutidos os passos seguidos para a construção do *website*. Aplicou-se um questionário de sondagem objetivando-se a escolha de dois tópicos, de uma lista de temas da biofísica, que têm uma relação mais próxima com a atividade profissional do sujeito pesquisado. Mesmo acreditando que muitos tópicos, além daqueles determinados pela pesquisa, sejam importantes para o curso, foi respeitado o resultado.

3.1. Elaboração do instrumento de pesquisa

Adotou-se nesta pesquisa o questionário semiestruturado, composto por perguntas fechadas e abertas. O questionário elaborado (Apêndice A) aborda questões relacionadas à escolha dos tópicos de física que o sujeito considera importante para o curso de enfermagem, investigando a formação acadêmica e atividade profissional dos participantes, além de abrir um espaço para a sugestão de outros tópicos, justificativas e comentários.

3.2. População pesquisada

A população pesquisada, um total de 84 sujeitos, foi dividida em três subgrupos: 11 professores, 62 alunos e 11 enfermeiros. Os alunos pesquisados são do curso de enfermagem (6° ao 8° períodos) da Universidade de Itaúna (MG); os professores lecionam no curso de enfermagem dessa instituição; e os enfermeiros são

funcionários do Hospital Municipal e do Programa da Saúde da Família de Itaúna (MG). Para preservar o anonimato, optou-se por identificar os participantes por letras e números, sendo P para professores, A para alunos e E para enfermeiros.

O grupo de professores é bastante experiente, sendo constituído por cinco professores que possuem mais de dez anos de experiência didática, quatro professores com mais de cinco anos de experiência, e apenas dois professores que lecionam há três anos. Constata-se que a maioria dos professores de biofísica, que participaram da sondagem, são biólogos, sendo que sete professores possuem formação na área biológica, e dois são provenientes da área exata. Apenas um professor é formado em física. Dois professores não informaram a área de formação.

3.3. Escolha dos tópicos a serem abordados no *website*

Os dados mostram que, para os professores, os tópicos mais relevantes para a biofísica aplicada à enfermagem são “forças e biomecânica” e “óptica física e geométrica”, ambos indicados por seis professores. Outros tópicos também foram bem votados, como “energia”, com cinco votos, “escalas na biologia” e “fluidos, tensão superficial”, com quatro votos cada.

Na opinião dos alunos e enfermeiros, o tópico “escala em biologia” é o mais importante, com mais de 70% dos votos, enquanto que “fluidos e tensão superficial” e “membranas excitáveis, potenciais” empataram com aproximadamente 60% dos votos. Observa-se também que um número significativo de alunos, 40%, votaram nos temas “energia” e “óptica física e geométrica”.

A julgar pelas respostas, percebe-se que dez professores justificaram suas escolhas, entretanto, nem todos a fundamentaram de acordo com a prática do enfermeiro. A escolha dos professores P₂ e P₅, por exemplo, teve como justificativa a fundamentação necessária para as outras disciplinas vistas no curso de enfermagem.

Algumas respostas decorrem do que, sob a ótica de cada um dos sujeitos, é considerado importante e, não necessariamente o que os profissionais realmente necessitam na prática. Nesse sentido vale destacar a justificativa do professor P₃, que diz: “Visão, principalmente a formação da imagem é muito importante para a análise evolutiva da espécie. Assim como a audição, muito eficiente na predação, sobrevivência animal. A pressão osmótica explica vários eventos importantes no organismo humano”. Assim, vê-se que a preocupação desse professor está focalizada principalmente em questões relacionadas à evolução animal, conteúdo mais específico do curso de ciências biológicas.

Por outro lado, nas respostas de cinco professores têm-se algumas sugestões importantes que evidenciam e reforçam a necessidade de se interligar a teoria discutida em sala de aula à prática do enfermeiro. Por

exemplo, a justificativa do professor P₆ para escolha dos tópicos “escalas em biologia”, “forças e biomecânica” e “energia”: “Sendo a biofísica destinada ao curso de enfermagem, o objeto de estudo deve ser o corpo humano. A física proposta deve trabalhar com o funcionamento do corpo humano, com os sentidos (percepções) e movimentos do corpo humano, sinapses, nervos e outros”.

Apenas 26 alunos justificaram a escolha dos tópicos. Uma análise das justificativas mostra que nove alunos fizeram a escolha tendo por base a grade curricular do curso de enfermagem, como retrata a resposta do aluno A₁, “Temas que considero mais diretamente ligados ao curso de enfermagem e ao conteúdo apresentado.”

Oito alunos consideraram apenas a prática profissional do enfermeiro para fazer a seleção de tópicos, embora a maioria dos alunos não mencione por que os tópicos são importantes para sua prática, como pode ser visto na resposta do aluno A₂₅: “Escolhi tais tópicos porque acho que estes fundamentos são mais utilizados na vida prática...”. O aluno A₆ dá mais suporte à sua escolha, afirmando que seu interesse por “fluidos e tensão superficial” deve-se ao “contato que o enfermeiro tem com secreções, fluidos no seu cotidiano.”

Nove alunos mencionam explicitamente em sua resposta a importância do conhecimento do funcionamento do corpo humano para a prática de enfermagem, como por exemplo, na resposta do aluno A₁₃: “É muito importante o conhecimento sobre os processos de crescimento celular, transporte de líquidos, fluidos, capilaridades, atuando mais eficazmente na causa e conhecendo os mecanismos patológicos. [...]”

Entende-se, assim, que a maioria das respostas apresentadas converge para questões relacionadas às necessidades da atividade profissional do enfermeiro, o que leva à percepção de que os alunos reconhecem, em alguma medida, a importância de se estabelecer uma estreita relação entre a teoria e a prática.

Sete enfermeiros justificaram a escolha de tópicos de acordo com a sua prática profissional. Algumas justificativas são bastante vagas, como a resposta do enfermeiro E₄, “Matérias importantes para a enfermagem”. Cinco enfermeiros relacionam explicitamente a importância do conhecimento do funcionamento do corpo humano e a prática do enfermeiro. Em especial, a justificativa do enfermeiro E₁ estabelece uma relação entre os tópicos escolhidos e sua prática profissional:

A enfermagem trabalha no contato com o paciente, ou seja, no cuidado, no toque. É neste sentido que a força e a biomecânica nos ajuda, quando vamos dar um banho de leito, quando vamos posicionar um paciente no leito evitando as úlceras de pressão, etc. Quando monitoramos os dados vitais do paciente estamos nos referindo à energia térmica, química e metabólica. Na administração de uma dieta ou de um medi-

camento, na monitorização hemodinâmica, também usamos a física dos fluidos, tensão superficial, capilaridade e transporte. (Resposta do enfermeiro E₁)

Interessante notar que há algumas divergências de pontos de vista no que tange à escolha dos tópicos de biofísica que são significativos para os sujeitos. Por exemplo, enquanto enfermeiros e alunos priorizam os tópicos “escalas na biologia”, “fluidos e tensão superficial” e “membranas excitáveis, potenciais”, para os professores, os tópicos mais importantes são “forças e biomecânica”, “óptica física e geométrica” e “energia”.

Assim, após a aplicação dos questionários e análise dos dados coletados, foram escolhidos os temas “fluidos e tensão superficial” e “escalas na biologia” para serem desenvolvidos no *website* devido principalmente à frequência com que aparecem nas respostas da investigação e sua relação com o cotidiano do enfermeiro.

3.4. Elaboração do *website*

O produto desta pesquisa consiste de um *website*, para uso de professores que ministram biofísica no curso de enfermagem, buscando estreitar a relação entre o que se aprende no curso e o que o enfermeiro, de fato, necessita para o exercício de sua profissão.

Os conteúdos abordados incluem hidrostática e hidrodinâmica aplicadas à biofísica da circulação sanguínea e da respiração; e lei de escalas na biologia. Os materiais didáticos disponibilizados no *website* incluem: textos, artigos, vídeos, simulações, gráficos, esquemas e situações-problema que apresentam e explicam os conteúdos abordados.

Os textos do material foram extraídos de livros acadêmicos e de sites da *internet*, que constam nas referências do *website*. As situações-problema disponibilizadas foram elaboradas, compiladas e adaptadas de acordo com o referencial teórico da ABP.

As resoluções de alguns problemas são disponibilizadas no material e podem orientar o processo de ensino e aprendizagem. Em várias páginas há *links* para acessar vídeos que têm relação com os temas apresentados. Esses vídeos foram selecionados pelo fato de representarem e/ou explicarem de forma objetiva os conteúdos abordados, apresentando situações reais ou simuladas, imagens em três dimensões e outros recursos que o professor pode utilizar em suas aulas.

O conteúdo do *website* foi organizado de maneira a contemplar os seguintes objetivos: Compreender enunciados que envolvam símbolos físicos e manuais de utilização de aparelhos; Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico; Compreender a física presente no mundo vivencial, nos equipamentos e procedimentos tecnológicos; Descobrir como funcionam aparelhos; In-

vestigar e solucionar situações-problema; Prever, e analisar previsões, articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico; Compreender o papel da física e sua relação com a evolução dos meios tecnológicos e do conhecimento científico.

O conteúdo do *website* divide-se em quatro tópicos subdivididos em:

- Textos: Compilados de livros de física, enfermagem, fisiologia humana, biomecânica e do site do professor L.A. Bertolo,¹ de forma a auxiliar o professor na preparação das aulas;

- Situações-problema: Aparecem em vários subtópicos, podendo ser trabalhadas com os alunos, com vistas à revisão e contextualização dos conteúdos de biofísica;

- Vídeos: Têm por objetivo contextualizar e ressignificar os conteúdos estudados. Alguns vídeos têm como fonte o www.youtube.com e outros são do Canal de TV *Discovery* e *National Geographic*. A tradução e legendas são de autoria do autor do *website*;

- Animações, esquemas e fotografias: Têm o propósito de ilustrar e esquematizar conceitos e processos tais como: troca de O₂ e CO₂, anatomia do coração em 3D, aterosclerose e infarto, dentre outros;

- Curiosidades: São encontradas em todos os tópicos com a denominação “Saiba Mais” e/ou incorporadas aos vídeos e artigos que acompanham estes tópicos, objetivando ampliar os conceitos estudados;

- Artigos: Podem ser usados como fontes de consulta e também como textos para estudos dirigidos. O artigo “Medicina Hiperbárica” publicado na *Acta Medicina Portuguesa* [14], por exemplo, discorre sobre a atuação da enfermagem no tratamento à base de oxigenoterapia hiperbárica e faz um breve histórico do procedimento, discutindo o papel do enfermeiro;

- Referências: Trazem as obras que foram consultadas para a construção do conteúdo do *website* e aquelas que o professor pode utilizar na preparação de suas aulas como fonte de pesquisa.

3.5. Apresentação do *website*

No *website* “biofísica aplicada à enfermagem”, disponível em www.biofisica.xpg.com.br, os tópicos estão dispostos em uma coluna, no lado esquerdo da tela principal, como mostrado na Fig. 1, de forma a orientar o professor em sua pesquisa. Disponibilizam-se três ícones intitulados “tela principal”, “apresentação” e “física na medicina”; tópicos de conteúdo: “pressão e o corpo humano”, “escoamento de fluidos no corpo humano”, “escalas na biologia” e “leituras complementares”; além dos tópicos, “vídeos e animações” e “referências”.

No ícone “apresentação” é feito um breve comentário a respeito do *website*, discute-se a aplicação da física na medicina, os objetivos do material, a me-

¹<http://bertolo.pro.br/biofisica/index.htm>, acessado em março de 2013.

todologia ABP, e algumas sugestões de como o professor pode utilizá-lo. Em “física na medicina” discute-se a relação entre a biologia e a física, mostrando a importância da biofísica para o curso de enfermagem e o papel da modelagem no estudo de biofísica.

Ao clicar em qualquer tópico de conteúdo, o professor tem acesso a uma lista de subtópicos relacionados ao conceito principal e à sua aplicação no corpo humano, como exemplificado na Tabela 1.

O tópico “leituras complementares” cumpre duas funções: contextualizar e enriquecer os conteúdos, resignificando a prática profissional e acrescentar informações de caráter biológico aos conceitos físicos estudados. O tópico é composto por sete subtópicos: “elementos do sistema respiratório”, mostrando a importância da energia para que o corpo humano realize suas funções respiratórias, utilizando-se de esquemas, vídeos e animação que facilitam a compreensão desse sistema; “principais componentes do sistema cardiovascular”, apresentando dois vídeos sobre o sistema cardi-

ovascular, propondo ainda pesquisa sobre as doenças do coração e a realização de um miniseminário sobre o papel biológico das plaquetas, dos leucócitos e eletrólitos; em “trabalho realizado pelo coração” e “trabalho realizado pela respiração”, retoma-se o estudo de temas discutidos nas leituras anteriores, mostrando a relação entre os dois sistemas, bem como uma discussão da eficiência destes órgãos, e como a potência pode variar dependendo das circunstâncias impostas pela diversidade da circulação geral; “ausculta pulmonar” e “sons do coração” são leituras relacionadas aos sons produzidos pelos sistemas pulmonar e cardiovascular, associados com as patologias dos mesmos. Ao preparar aulas sobre o coração, por exemplo, o professor poderá ouvir alguns sons deste órgão, bastando acessar os *links* disponíveis; nas “questões de revisão” encontram-se exercícios referentes aos temas discutidos, selecionados com o objetivo de contribuir para a assimilação e aplicação dos conceitos abordados.



Figura 1 - Tela principal apresentando o menu do *website*. Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 1 - Relação dos subtópicos dos conteúdos de biofísica do *website*.

Pressão e o corpo humano	Escoamento de fluidos no corpo humano	Escalas na biologia
Pressão no corpo humano	Dinâmica dos fluidos	Unidades e escalas na biologia
Medidas da pressão no corpo	Qual a rapidez que o sangue flui?	Crescimento de uma célula
Efeito da postura na pressão sanguínea	Escoamento de fluidos reais	Resistência em organismos de tamanhos diferentes
Pressão intra ocular	Escoamento laminar e turbulento	Forma e tamanho
Pressão dentro do crânio	Fluxo sanguíneo	Cálculos de medicamentos
Pressão no sistema digestivo	Lei de Poiseuille, resistência das vias aéreas	
Pressão no esqueleto	Tensão superficial, tensão superficial nos pulmões e física dos alvéolos	
Pressão na bexiga	O princípio de Bernoulli aplicado ao sistema cardiovascular	
Efeitos da pressão durante o mergulho	A relação entre algumas doenças cardiovasculares e a física	
Terapia com oxigênio hiperbárico (HOT)		
Como o sangue e os pulmões interagem		
A física de algumas doenças pulmonares		

Fonte: Dados da pesquisa.

Como exemplo da abordagem utilizada no *website*, no subtópico “medidas da pressão no corpo”, discute-se o procedimento utilizado para medir a pressão sanguínea, orientando o enfermeiro quanto ao uso correto de aparelhos, à postura do paciente no momento da medida, e à compreensão de conceitos como pressão diastólica, pressão sistólica e sons Korotkoff. No tópico “efeito da postura na pressão sanguínea” encontram-se as seguintes informações no item “saiba mais”:

Assim, quando uma pessoa deitada se levantar rapidamente, a queda de pressão arterial da cabeça será maior, o que implicará uma diminuição do fluxo sanguíneo no cérebro. Como o fluxo deve ser contínuo e como o ajuste do fluxo pela expansão das artérias não é instantâneo, a pessoa pode sentir-se tonta. Em casos de variações de pressão muito rápidas, a diminuição da circulação pode ser tal que provoque desmaio [15].

De posse dessas informações, o aluno aprende a estabelecer estratégias para cuidar de um paciente que, após levantar-se rapidamente, possa sentir tonturas. Assim, o professor poderá elaborar situações-problema que ativem os conhecimentos prévios dos alunos e os conhecimentos construídos na sala de aula, conforme propõe a ABP.

Em vários pontos dos textos apresentados no *website*, encontram-se situações-problema que inter-relacionam situações vividas na prática do enfermeiro ou o comportamento do corpo humano com os conceitos abordados nos subtópicos. Como exemplo, na discussão da lei de Poiseuille, pede-se ao leitor para “Correlacionar o escoamento turbulento e a variação do raio nas artérias com o mecanismo da aterosclerose - doença crônico-degenerativa que leva à obstrução das artérias pelo acúmulo de gordura (principalmente colesterol LDL) em suas paredes”. Ou, ao estudar a correlação entre a física e algumas doenças cardiovasculares, o leitor é desafiado a pensar no seguinte problema:

Na doença de Chagas, o parasita *Trypanosoma cruzi* provoca uma destruição das células musculares cardíacas o que faz com que o coração aumente de tamanho (cardiomegalia). A destruição do músculo cardíaco (fibrose) e a cardiomegalia provocam alteração da circulação e da transmissão dos estímulos elétricos o que leva a insuficiência cardíaca, a embolias e ao infarto, especialmente nas fases terminais da cardiopatia chagásica. Qual a relação destas alterações com a física?

No tópico “vídeos e animações” estão disponíveis todos os vídeos e animações utilizados no *website*, além de um texto introdutório e uma lista de temas, descrevendo o seu conteúdo.

O *website* vem acompanhado de um manual que apresenta ao professor o produto, com orientações teórico-metodológicas, auxiliando-o na consulta aos textos e na exploração dos recursos apresentados ao longo do material.

4. Avaliação do *website*

O produto foi avaliado por 20 professores de física e biologia do ensino médio e superior, dentre eles havia duas enfermeiras. Durante a avaliação foi apresentado o tópico “elementos do sistema respiratório”, explorando os recursos do produto. Após a exibição, os participantes avaliaram os aspectos positivos e negativos do material, indicando um conceito sobre o mesmo. A maioria dos professores (13) classificou o material como ótimo, e sete como bom, embora tenha sido apontada a necessidade de ajustes, inclusive no que diz respeito a conceitos.

Os aspectos positivos do material, indicados em um total de 35 comentários, foram classificados em cinco categorias de análise² a saber: Conteúdo (37%); Material de fácil uso (26%); Visual (11%); Relação biologia/física (6%); Problematização (6%). Cinco comentários (14%), que não foram enquadrados nas categorias acima, mencionam a objetividade, coerência do material, vídeos curtos, etc.

Os 16 aspectos negativos indicados foram classificados em quatro categorias: Nenhum comentário (aproximadamente 31%); Excesso de conteúdo (19%); Material desatualizado (19%); e Erros no material (19%). Dois comentários, sobre os aspectos negativos do *website*, não se enquadram nas categorias definidas, porém são relevantes, pois atentam para a visão mecanicista do corpo humano e finalista dos processos biológicos retratadas no *website*.

É interessante observar que os dados mostram uma preocupação maior dos sujeitos para aspectos relacionados ao conteúdo do material e à facilidade de uso do *website*, 63% dos comentários. Este comportamento é justificado pelo fato de o produto ter sido avaliado principalmente por professores. Aspectos considerados como características principais do produto, tais como interdisciplinaridade, problematização e aplicação à enfermagem, foram apontados em poucos comentários (apenas 12%). Talvez a apresentação do produto não tenha contemplado ou enfatizado estas características.

² Optou-se pela Análise de Conteúdo para analisar as respostas dos avaliadores do *website*. Na perspectiva de Bardin (2011) a análise de conteúdo é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens”. [16]

5. Considerações finais

Este trabalho consistiu em elaborar um material para uso de professores de biofísica que atuam no curso de enfermagem, partindo do pressuposto de que, conhecendo e compreendendo conceitos desta disciplina, os alunos estarão melhor preparados para exercer a sua profissão.

A física, na medida do possível, deve ser apresentada aos alunos como possibilidade de desenvolvimento da sua capacidade de compreender e manipular adequadamente o mundo que os rodeia, independente do nível de ensino no qual a disciplina é ministrada. Em se tratando dos cursos de formação de profissionais da saúde, o ensino da física deve levar em conta quais conhecimentos esses profissionais precisam construir e quais são os conteúdos efetivamente importantes para o exercício de sua profissão.

Os dados de maior significância para esta pesquisa foram extraídos dos questionários respondidos pelos enfermeiros, considerando os conhecimentos sobre sua prática profissional, que servem de referência para que eles avaliem o que falta à sua formação e definam quais conceitos e conteúdos da biofísica devem ser ensinados no curso de enfermagem. As respostas que os sujeitos deram às perguntas dos questionários validam, ainda que minimamente, o pensamento de Corso no que se refere à articulação teoria/prática [11]. É importante estabelecer uma estreita relação entre o domínio de conteúdos da biofísica e a adoção de procedimentos pelo enfermeiro no exercício da sua profissão.

O objetivo do *website* “biofísica aplicada à enfermagem” é re-significar e contextualizar o ensino de conceitos da biofísica, sobretudo aqueles com os quais os enfermeiros lidam no cotidiano da sua profissão, de modo a promover a articulação teoria/prática. Busca-se promover a aproximação do aluno com a realidade da profissão e com os limites e possibilidades de seu futuro campo de ação, ajudando-o a compreender questões centrais que permeiam o campo da saúde.

O *website* pode servir como material didático de apoio para professores de biofísica da área da saúde, constituindo-se um material complementar, uma vez que não esgota os assuntos apresentados. É importante que se ajuste o conteúdo de cada tópico às reais necessidades dos alunos e à prática profissional destes, respeitando o papel do professor nas intervenções pedagógicas que se fizerem necessárias, no incentivo da pesquisa, na participação social e sistematização dos conteúdos tratados.

Apêndice

A: Questionário

Para o professor:

Nome do professor(a):

Formação acadêmica:

- Licenciatura
 Bacharelado
 Outros; qual? _____
 Ciências
 Biologia
 Física
 Química
 Outros; qual? _____

Atividade profissional: Tempo na função de professor do ensino superior: _____ anos

Para alunos e enfermeiros:

Nome do () aluno(a) ou () enfermeiro(a):

Informações:

- Período
 Estagiando
 Ano em que se formará: _____
 Atua na área Tempo de atuação _____

1) Assinale três tópicos sobre física biológica que você considera importante para o curso de enfermagem:

- Escalas em biologia
 Forças e biomecânica
 Energia, conservação da energia no corpo humano
 Fluidos, tensão superficial, capilaridade e transporte
 Bioeletricidade, lei de Nernst-Planck
 Membranas excitáveis, potenciais de ação e eletroreceptores

2) Tente justificar sua escolha pelos tópicos assinalados.

3) Espaço para qualquer comentário que desejar.

4) Gentileza acrescentar qualquer tópico que não está no questionário e que você julga importante.

Referências

- [1] L.F.S. Coelho, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **24**, 1 (2002).
- [2] J. Cameron and J.G. Skofronick, *Medical Physics* (John Wiley & Sons, New York, 1978).
- [3] S.J. Hall, *Biomecânica básica* (Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2000), 3rd ed.
- [4] P.J. Rasch, M.D. Grabiner, R.J. Gregor e J. Garhammer, *Cinesiologia e Anatomia Aplicada* (Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, c1991), 7th ed.
- [5] I.F. Heneine, *Biofísica Básica* (Atheneu, São Paulo, 1990).
- [6] E. Okuno, I.L. Caldas e C. Chow, *Física para Ciências Biológicas e Biomédicas* (Harbra, São Paulo, 1986).

- [7] E.A.C Garcia, *Biofísica* (Sarvier, São Paulo, 2002).
- [8] J.E.R. Durán, *Biofísica: Fundamentos e Aplicações* (Person Prentice Hall, São Paulo, 2003).
- [9] J.A.P. Angotti, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **15**, 1 a 4 (1993).
- [10] J.A.P. Angotti, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **15**, 1 a 4 (1993), p. 191.
- [11] G. Corso, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **31**, 2 (2009).
- [12] D. Delizoicov e T.A. Angotti, *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos* (Cortez, São Paulo, 2002).
- [13] E.G. Cyrino e M.L. Toralles-Pereira, *Caderno de Saúde Pública* **20**, 3 (2004).
- [14] T.D. Fernandes, *Acta Med. Port.* **22**, 4 (2009).
- [15] E. Okuno, I.L. Caldas e C. Chow, *Física para Ciências Biológicas e Biomédicas* (Harbra, São Paulo, 1986), p. 309.
- [16] L. Bardin, *Análise do Discurso* (Edições 70, São Paulo, 2011), p. 48.