

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA**

**BIOFÍSICA:**

**Elaboração de um material didático para o Curso de Enfermagem.**

**FÁBIO SANDER PRADO GUIMARÃES**

**BELO HORIZONTE**

**2010**

**FÁBIO SANDER PRADO GUIMARÃES**

**BIOFÍSICA:**

**Elaboração de um material didático para o Curso de Enfermagem**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (área de concentração: Ensino de Física) da PUC Minas, para a obtenção de título de Mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Adriana Gomes Dickman

Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andréa C. L. Chaves

**Belo horizonte/MG**

**2010**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

G963b Guimarães, Fábio Sander Prado  
Biofísica: elaboração de um material didático para o curso de Enfermagem. /  
Fábio Sander Prado Guimarães. Belo Horizonte, 2010.  
93f. : il.

Orientadora: Adriana Gomes Dickman  
Co- Orientadora: Andréa C. L. Chaves  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

1. Ensino – meios auxiliares. 2. Biofísica. 3. Enfermagem – Estudo e Ensino.  
I. Dickman, Adriana Gomes. II. Chaves, Andréa C. L. III. Pontifícia Universidade  
Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e  
Matemática. IV. Título.

CDU: 577.3

**FÁBIO SANDER PRADO GUIMARÃES**

**BIOFÍSICA:**

**Elaboração de um material didático para o Curso de Enfermagem**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (área de concentração: Ensino de Física) da PUC Minas, para a obtenção de título de Mestre.

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Adriana Gomes Dickman

---

Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andréa C. L. Chaves

**Belo horizonte/MG**

**2010**

## **CLARAÇÃO DE ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE**

Através deste instrumento, isento meu Orientador e a Banca Examinadora de qualquer responsabilidade sobre o aporte ideológico conferido ao presente trabalho.

---

FÁBIO SANDER PRADO GUIMARÃES

Aos meus filhos e esposa: minha inspiração e força.

Aos meus amigos sempre apoiando nos momentos necessários.

A amiga Júlia por dividir horas a fio de trabalho.

## **Agradecimentos**

Agradeço em primeiro lugar a Deus pelo maior de todos os presentes: a vida,  
A minha esposa Érica pelo apoio constante e por compreender minha ausência nos momentos de trabalho,

Aos meus filhos Lucas e Gustavo, razão de minha vida,

Aos amigos de profissão do Colégio Sant`Ana, especialmente e de forma carinhosa todos da secretaria,

Ao Adriano pelas ajudas na informática,

Ao Padre José, Márcio e Kéober meus sinceros agradecimentos,

Agradeço ao amigo e professor: Paulo Justiniano sempre à disposição no apoio tecnológico.

Ao Pedro pelas revisões de português e belas sugestões,

Ao Nando pelo grande apoio e incentivo.

A minha orientadora: Dr<sup>a</sup> Adriana Gomes Dickman, pelo maravilhoso apoio e contribuições da qual foram essenciais para conclusão desse trabalho,

A minha Co-Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Andréa C. L. Chaves pela belas sugestões e contribuições na área das Ciências Biológicas,

A todos professores do programa do Mestrado pelo maravilhoso trabalho na arte de ensinar.

Aos inesquecíveis amigos de sala de aula, em especial ao Hermes, Paulo e Cleverson que dividiram comigo momentos de estudos, alegrias e dificuldades enquanto estivemos hospedados em BH.

Aos professores (as) e enfermeiros (as) que fizeram parte da pesquisa desse trabalho.

A grande amiga Júlia pelas horas de discussão e sugestões para compor esse trabalho.

## **Epígrafe**

“A alegria não chega apenas no encontro do achado,  
mas faz parte do processo da busca.  
E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura,  
fora da boniteza e da alegria”

Paulo Freire

## RESUMO

Neste trabalho elaboramos um produto no formato de um DVD com textos compilados de várias referências, vídeos, simulações, exercícios de revisão, situações-problema e artigos relacionando a Física com a Biologia na perspectiva da Enfermagem. A constatação da inexistência de material didático específico de Biofísica para o curso de Enfermagem justifica o propósito de produzir um material de apoio para os professores de biofísica. Os temas abordados no DVD foram definidos a partir de uma pesquisa realizada junto a enfermeiros, professores e alunos do curso de Enfermagem da cidade de Itaúna-MG. Assim, o DVD divide-se em quatro tópicos: Pressão e corpo humano, Escoamento de fluidos no corpo humano, Escalas na Biologia e Leituras complementares. Em cada tópico apresentam-se, além de explicações sobre conceitos básicos de Biofísica, imagens que explicam ou retratam a prática profissional do enfermeiro. O material inclui também sugestões de como abordar conteúdos do material, utilizando como base a metodologia da aprendizagem baseada em problemas (ABP). A ABP apresenta-se como metodologia capaz de contextualizar os conteúdos da Biofísica, de forma a estreitar a relação entre os conhecimentos que se constroem nos cursos de formação e aqueles envolvidos na prática do enfermeiro. O nosso produto inclui questões problematizadoras que relacionam o conteúdo de física com as aplicações no funcionamento de várias partes do corpo humano e as técnicas empregadas na Enfermagem, possibilitando uma aprendizagem ativa. Nosso objetivo é instrumentalizar o professor para o trabalho com o conteúdo de Biofísica aplicada ao curso de Enfermagem, e situar o Curso de Enfermagem como importante espaço de formação, capaz de articular teoria e prática, e de propiciar ao aluno uma reflexão sobre a profissão e sobre os saberes necessários de Biofísica para o exercício desta. Espera-se que este DVD possa transformar-se numa importante e eficiente ferramenta a ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem e que o professor de Biofísica tire proveito máximo de suas potencialidades comunicacionais e pedagógicas.

Palavras-chave: Ensino. Biofísica. Enfermagem. Aprendizagem baseada em problemas.

## **ABSTRACT**

The final product of this research is a didactic material, in the form of a DVD, designed to help teachers to prepare biophysics classes in nursing programmes. The DVD includes compiled texts, exercises, videos, applets, problem-based situations and scientific papers about biophysics applied to nursing. The lack of a specific textbook on the subject justifies our proposal. The methodology used to select the topics discussed in the DVD involves research carried out with teachers and students in nursing programs, in addition to professional nurses. The DVD is divided into four topics: Pressure and the human body, Fluid flow in the human body, Scaling in biology, and Complementary texts. Each topic has explanations about the basic concepts of biophysics, videos and pictures showing the professional practice of a nurse. It also includes instructions suggesting how to approach the contents, based on the problem-based learning (PBL) methodology. The PBL contextualize the biophysics concepts with the knowledge involved in professional nursing practice. Our product offers problem-solving strategies relating the physics contents to understanding of how the human body works, and with common techniques applied in nursing. Our aim, besides giving support to teachers to discuss the biophysics applied to nursing, is to provide a biophysics course able to articulate theory and practice, bringing the students into a reflexive posture about their profession and the knowledge necessary for good performance. We hope that this DVD becomes an important and efficient tool in the learning process, improving the communication and pedagogical skills of biophysics teachers of this specific field.

**Keywords:** Education. Biophysics. Nursing. Problem-based learning.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b>	Página principal apresentando o menu do DVD.....	<b>53</b>
<b>FIGURA 2</b>	Relação dos subtópicos do DVD.....	<b>54</b>
<b>FIGURA 3</b>	Medindo a pressão arterial.....	<b>56</b>
<b>FIGURA 4</b>	Relação dos vídeos e animações mostrados no DVD.....	<b>57</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1</b>	Tópicos da Biofísica indicados pelos professores.....	<b>34</b>
<b>GRÁFICO 2</b>	Tópicos da Biofísica escolhidos pelos alunos .....	<b>36</b>
<b>GRÁFICO 3</b>	Tópicos de Biofísica escolhidos pelos enfermeiros.....	<b>39</b>
<b>GRÁFICO 4</b>	Escolha dos recursos didáticos utilizados pelos professores.....	<b>47</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1</b>	Professores pesquisados.....	<b>32</b>
<b>QUADRO 2</b>	Escolha dos tópicos da disciplina de Biofísica.....	<b>37</b>
<b>QUADRO 3</b>	Tópicos da Biofísica indicados pelos professores.....	<b>41</b>
<b>QUADRO 4</b>	Comentários dos professores.....	<b>41</b>
<b>QUADRO 5</b>	Comentários dos alunos a respeito do curso de Enfermagem....	<b>42</b>
<b>QUADRO 6</b>	Tópicos importantes para o curso na visão dos professores.....	<b>43</b>
<b>QUADRO 7</b>	Tópicos importantes para o curso na visão dos alunos.....	<b>44</b>
<b>QUADRO 8</b>	Dificuldades no planejamento da disciplina biofísica.....	<b>46</b>
<b>QUADRO 9</b>	Os tipos de recursos didáticos utilizados pelos professores.....	<b>47</b>

## **SIGLAS E ABREVIATURAS**

**ABP** Aprendizagem Baseada em Problemas

**AC** Análise de Conteúdo

**CTI** Centro de Terapia Intensiva

**MP** Metodologia da Problematização

**PCNs** Parâmetros Curriculares Nacionais

**PSF** Programa Saúde da Família

**PUC** Pontifícia Universidade Católica

**UNIFESP** Universidade Federal de São Paulo

**UNINCOR** Universidade do Vale do Rio Verde

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	20
2.1 O Ensino da Biofísica no Curso de Enfermagem: algumas considerações .....	20
2.2 Ensino de Física sob a Perspectiva de Articulação de Conteúdos .....	21
2.3 Estratégias de Ensino na área da Saúde .....	24
2.3.1 <i>Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)</i> .....	26
3. METODOLOGIA .....	30
3.1 Escolha do tema .....	30
3.1.1 <i>Elaboração do instrumento de pesquisa</i> .....	31
3.1.2 <i>População Pesquisada</i> .....	32
3.1.3 <i>Análise dos dados</i> .....	33
3.1.3.1 <u>Professores</u> .....	33
3.1.3.2 <u>Alunos</u> .....	35
3.1.3.3 <u>Enfermeiros</u> .....	37
3.1.3.4 <u>Consolidação dos resultados</u> .....	40
3.2 O Curso de Enfermagem e sua prática profissional na visão dos sujeitos .....	40
3.3 Escolha das Estratégias de Ensino pelos Professores .....	45
3.4 Elaboração do DVD .....	48
4. APRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DO PRODUTO .....	52
4.1 Introdução .....	52
4.2 Estrutura e descrição do DVD .....	52
4.3 Como o professor poderá utilizar o produto: uma palavra ao professor .....	58
4.4 Avaliação do produto .....	61
4.4.1 <i>Elaboração do instrumento de avaliação</i> .....	63
4.4.2 <i>Análise dos dados</i> .....	63

<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>90</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As mudanças do mercado profissional e a criação de novos postos de trabalho são elementos que compõem a atual sociedade em constante e inevitável avanço. O ensino superior vem sofrendo alterações em sua estrutura curricular para adaptar-se às necessidades do mercado e à demanda nacional por novas vagas no mundo do trabalho. Diante dessa realidade, as relações entre as áreas do conhecimento se modificam e se reestruturam a todo o momento, gerando e produzindo novos conhecimentos.

Nesse sentido, uma interação mais efetiva entre as variadas áreas do conhecimento faz-se necessária, haja vista que os progressos científico e tecnológico se apóiam mutuamente. Ao criarem novos cursos, as faculdades e universidades geram novos desafios para professores de áreas específicas, pois, geralmente, estes precisam explorar campos de conhecimento diferentes daqueles diretamente ligados à sua área de formação acadêmica e à sua experiência profissional.

No que se refere à Biologia e à Física, a relação entre ambas torna-se cada vez mais presente e importante no cenário educacional. O avanço científico ocorre de várias maneiras, talvez a mais importante delas seja a comunicação entre as diversas áreas do conhecimento gerando resultados que podem ser úteis em uma grande variedade de situações. A Biologia, constantemente, faz uso de conceitos e técnicas de outras áreas, incluindo a física, mesmo possuindo seus próprios métodos de pesquisa e coleta de dados. Esta conexão entre áreas ocorre também, por meio do intenso uso de aparelhos para exames de diagnóstico, na sua maioria baseados em princípios físicos.

Explorando um pouco mais as relações entre Física e Biologia, podemos citar a Biomecânica que, ao estabelecer uma íntima relação entre as duas áreas, permite-nos definir Biomecânica como “a aplicação de princípios mecânicos no estudo dos organismos vivos”. (HALL, 2000, p.1). Na cinesiologia também encontramos uma definição similar, na qual, “cinesiologistas são profissionais que estudam o movimento, combinam de fato a anatomia, a ciência do corpo, com a fisiologia, a ciência dos movimentos do corpo”. (RASCH, 1991, p.3). Neste livro o autor discute áreas do conhecimento como anatomia, fisiologia e biomecânica.

Segundo COELHO (2002), 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:

Assim, a formação de profissionais como o Físico Médico, Físico Ambiental, Enfermeiro, Professor de Educação Física e Fisioterapeuta, é um elemento importante para que se promova uma estreita relação entre a Física e a Biologia. Se pensarmos do ponto de vista de um estudante de enfermagem, por exemplo, torna-se relevante para o professor, saber o que o enfermeiro precisa estudar de Física para exercer sua profissão, lembrando-se desta diversidade. (COELHO, 2002).

No que diz respeito à Física, seu campo de atuação torna-se mais amplo, fazendo parte dos mais variados currículos, como os dos cursos da área da saúde: Enfermagem, Física Médica, Fisioterapia, Farmácia, Biomedicina, Educação Física, Ciências Biológicas, Medicina e outros. Em geral, encontra-se nesses casos, a Física inserida em disciplinas como Biofísica, Cinesiologia e Biomecânica.

É possível encontrar nos livros textos conteúdos que discutem o uso de alavancas do corpo humano, efeitos da pressão atmosférica sobre as pessoas e equipamentos de uso hospitalar, a biofísica da visão, do som, dos sistemas circulatório e respiratório, biofísica das radiações e da troca de calor corporal entre outros. (CAMERON, 1978; HALL, 2000; RASCH, 1991; HENEINE, 1990; OKUNO, 1986, GARCIA, 2002; DURÁN, 2003).

Os livros citados acima são alguns exemplos de material disponível em bibliotecas e editoras universitárias, que tem como objetivo atender às necessidades didáticas de vários cursos das áreas da saúde. São livros que abordam conhecimentos gerais sobre Física, Biologia e Anatomia.

Por outro lado, podemos afirmar que é difícil encontrar um livro que discuta todos os conteúdos da Biofísica direcionados para um determinado curso, em especial o de enfermagem. Vale ressaltar que foi feita uma pesquisa em três bibliotecas universitárias (especialmente da Unincor, Universidade de Itaúna e PUC-Minas) e em outras, pela *Internet*. Pesquisou-se também, em várias editoras de ensino superior, com o propósito de encontrar um material específico sobre Física para o curso de Enfermagem sem alcançar o objetivo esperado.

De acordo com a minha experiência como professor de Biofísica do curso de Enfermagem, percebo que, devido à escassez de material de Física específico para este curso, o professor geralmente recorre a diferentes livros e textos, produzindo, ele próprio, o material a ser utilizado. Dessa maneira, a preparação do material

didático da disciplina Biofísica a ser ministrada fica a cargo de cada professor que tem seu estilo e suas necessidades.

Uma das soluções encontradas, neste contexto, é fazer pequenas compilações, de maneira que se tenha um conjunto de informações pertinentes ao curso, gerando após um trabalho exaustivo, o que geralmente chamamos de apostilas ou notas de aulas.

Diante do exposto e tomando como referência a minha prática docente, é possível inferir que 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 constatação da inexistência de material específico de Biofísica para o curso de Enfermagem justifica o propósito de produzir um material de apoio para os professores de Física, a partir dos resultados de uma pesquisa que determinou quais tópicos da disciplina aproximam-se mais da realidade profissional do enfermeiro.

A escolha do objeto de pesquisa – a importância da Biofísica para o curso de enfermagem - decorre, principalmente, da minha prática docente, haja vista ter trabalhado com a disciplina, no período de 2006 até junho de 2009, no curso de Enfermagem da Unincor (campus de Pará de Minas). A oportunidade de trabalhar com a mencionada disciplina representou uma breve experiência, significativa para a elaboração dos instrumentos, coleta de dados e análise dos resultados da pesquisa realizada. É importante mencionar que direcionamos o olhar para a relevância do estudo da Biofísica no curso de Enfermagem, considerando-se as contribuições que este conteúdo pode oferecer à prática deste profissional de saúde. Acreditamos que a Biofísica engloba, em um só tempo, conhecimentos científicos e saberes sobre o mundo do trabalho ligado à Enfermagem.

No contexto atual, os profissionais do ensino vivenciam um momento muito favorável no que diz respeito ao acesso a informações, muito diferente de trinta anos atrás, quando não existia a *internet* da forma como a usamos hoje. É importante que o docente tenha um perfil mais adaptado, atento e disposto ao uso das tecnologias da informação; que seja capaz de atuar como elemento participativo das constantes e inevitáveis mudanças que a rede de conhecimentos científicos gera a cada instante, e seja capaz de relacionar, analisar e comparar variáveis do mercado profissional, para que possa traçar metas mais contextualizadas, preparando os

alunos da melhor maneira possível para exercer sua profissão dentro do contexto exigido pelo mercado de trabalho atual.

O objetivo deste trabalho é, portanto, instrumentalizar o professor para o trabalho com o conteúdo de Biofísica, através de um DVD, 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. Os temas abordados no DVD foram definidos a partir de uma pesquisa realizada junto aos professores e alunos do curso de enfermagem da Universidade de Itaúna, e enfermeiros do Hospital Municipal da cidade.

Esperamos que este DVD possa transformar-se numa importante e eficiente ferramenta a ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem e que o professor de Física e áreas afins tire proveito máximo de suas potencialidades comunicacionais e pedagógicas.

Há também o interesse em situar o Curso de Enfermagem como importante espaço de formação, capaz de articular teoria e prática, e de propiciar ao aluno a reflexão sobre a profissão e sobre os saberes necessários de Biofísica para o exercício desta.

O presente trabalho está estruturado e organizado da seguinte forma: O primeiro capítulo trata desta introdução. O segundo capítulo apresenta reflexões sobre o curso de graduação em Enfermagem, o processo ensino-aprendizagem da Física na graduação, a importância da Biofísica no referido curso, num diálogo com autores que pesquisaram o tema. Trata-se do referencial teórico que dá sustentação às discussões e conclusões apresentadas neste trabalho. Nesse capítulo, discute-se a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas, e estabelecem-se diálogo com FREIRE, DELIZOICOV, BACHELARD, CORSO, ANGOTTI e outros autores cujos estudos sobre a Física e o ensino desta possam contribuir significativamente com esta pesquisa.

O terceiro capítulo aborda a questão da metodologia adotada que compreende a definição clara do objeto de pesquisa, seus objetivos, técnicas e instrumentos de coleta, tratamento e análise dos dados, além de considerações a respeito do tema.

A apresentação e avaliação do produto da pesquisa são feitas no quarto capítulo. Justifica-se, neste espaço, não só o tema/tópico eleito, mas também a finalidade pedagógica do mesmo, enfatizando a importância do papel do professor

como mediador e problematizador.

Nas considerações finais, no quinto capítulo, retoma-se a discussão inicial sobre a importância da Biofísica, reavaliando os pressupostos defendidos e tecendo mais considerações a respeito dos resultados encontrados.

Após essas considerações, apresenta-se a lista de referências bibliográficas consultadas, e os anexos que acompanham o trabalho.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O Ensino da Biofísica no Curso de Enfermagem: algumas considerações

... Antes de entrar em sala de aula tente deixar a maioria de suas equações do lado de fora. Para dar uma aula de biofísica interessante é preciso conhecer física do cotidiano e ter bons bocados de biologia em seu coração. (CORSO, 2009, p.4).

Segundo MASCARELLO (2006), a Biofísica estuda os sistemas vivos do ponto de vista físico e físico-químico, incluindo a natureza molecular dos sistemas biológicos, os processos dinâmicos de transporte, transformação da matéria biológica, as transformações de energia, a sinalização e a comunicação celular, além da organização dos processos biológicos tanto no nível fisiológico de cada indivíduo, como nas relações entre os indivíduos, as espécies e o meio ambiente.

A Biologia moderna baseia-se cada vez mais nos conceitos de estrutura e organização molecular relacionados às funções biológicas. O desenvolvimento de métodos físicos sofisticados, que permitem uma determinação cada vez mais precisa das estruturas moleculares biológicas, aliados a métodos de manipulação e engenharia genética, que possibilitam modificações moleculares específicas, têm permitido um enorme avanço desta ciência nos últimos anos (MASCARELLO, 2006).

Apesar das evidentes relações entre as duas áreas, como professor do curso de Enfermagem das disciplinas Biofísica I e II, sempre me deparo com um problema já conhecido por muitos colegas de trabalho: a resistência e a dificuldade dos alunos de Enfermagem ao estudar a Física, mesmo associada à Biologia.

As manifestações, na maioria dos casos, são semelhantes de um semestre para outro. Frequentemente surgem algumas indagações tais como: o que um enfermeiro precisa saber de Física? Qual a relação entre Física e Biologia? Para que aprender sobre pressão, atrito, densidade, força, gravidade e outras grandezas da Física? Essas questões nos levam a outras como: o que é o trabalho de enfermeiro nos dias de hoje? O que chamamos de Biofísica e para que serve?

Geralmente, o professor de Física que assume a disciplina de Biofísica como uma nova área de trabalho, depara-se com vários desafios. No que diz respeito à preparação de seu plano de aula, em geral, percebe-se uma tendência em elaborá-lo de forma muito semelhante às seqüências que os livros didáticos apresentam. A

falta de livros-texto específicos de Biofísica para o curso de Enfermagem pode ter como consequência a preparação de aulas descontextualizadas, e com conteúdos distantes da realidade profissional do enfermeiro. Há também situações em que o professor acolhe sem questionar uma ementa elaborada por outro professor ou coordenador do curso, o que nem sempre é significado de bons resultados pedagógicos.

Sabe-se que alguns tópicos da disciplina explícitos na ementa, ou que fazem parte de qualquer livro-texto bom, podem receber pouca ou nenhuma ênfase na prática docente. Então, como saber se os tópicos selecionados para a ementa são relevantes para a formação dos alunos? Seria possível escolher tais tópicos, tendo como base uma pesquisa realizada junto ao corpo docente e aos alunos do curso? É importante pesquisar, junto aos alunos estagiários e recém formados, os temas estudados em seu curso, a fim de verificar se tal conteúdo atende ao menos em parte, sua necessidade profissional?

## **2.2 Ensino de Física sob a Perspectiva de Articulação de Conteúdos**

Há estudos que tecem críticas referentes ao processo de ensino e aprendizagem que ocorre de forma descontextualizada e compartimentada, como por exemplo, os trabalhos de DELIZOICOV e ANGOTTI (2002) e ANGOTTI (1993), e outros como CORSO (2009), que trazem para discussão o ensino da Física e sua articulação com a Biologia como diferencial nos cursos de formação de profissionais da área de saúde.

CORSO (2009) discute em seu trabalho que seria a Física sob a ótica da demanda dos currículos de graduação. Segundo o autor, trata-se de uma disciplina ministrada em vários cursos da área biológica e da saúde, Odontologia, Medicina, Fisioterapia, Biomedicina e também Enfermagem.

Como mostra este autor,

... existem alguns conceitos cruciais para o entendimento do sistema circulatório e respiratório humano que necessitam de conhecimentos de dinâmica de fluidos... Ademais, para se entender a queda da pressão ao longo do sistema circulatório (e o motivo de possuímos afinal um coração), é preciso saber o que são fluidos reais e o que é viscosidade. (CORSO, 2009, p.2)

O pensamento de CORSO reforça a importância que a disciplina assume como suporte no ensino da fisiologia, por exemplo, e aponta para a necessidade de que esta seja adaptada à realidade do curso de Enfermagem.

Para o aluno do curso de enfermagem é essencial o aprendizado de conceitos básicos de Biofísica. Por exemplo, o conceito de pressão osmótica para compreender o funcionamento do rim e da troca de fluidos, a pressão exercida pelos fluidos na descrição da medida da pressão cardíaca.

Outro trabalho que evoca a importância da articulação teoria-prática e a minimização do conhecimento fragmentário é a pesquisa de ANGOTTI (1993). O autor, propõe o ensino de saberes sistematizados e interligados em qualquer campo do conhecimento, sobretudo nas Ciências Naturais. Para ele, alguns conceitos podem servir de âncoras ou balizas para a aquisição de saberes e também para evitar a fragmentação do pensamento do estudante.

ANGOTTI (1993) 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.” (ANGOTTI, 1993, p.191).

Um dos passos rumo a essa articulação seria, na perspectiva de ANGOTTI (1993), o esforço em detectar o que é relevante e fundamental, o que é secundário, e em reduzir os atoricismos de cada disciplina. O que este autor propõe a respeito da relação conceitos unificadores/ ensino da Física está bem próximo do que Corso propõe, ou seja, a articulação entre a Física e a Biologia no curso de formação dos profissionais de saúde. Ambos destacam a importância dos conceitos como “construtos dialéticos por excelência”<sup>1</sup> e exemplificam o que, em nosso trabalho chamamos de interdisciplinaridade: um convite a ações comuns, articulação entre os conteúdos da Física e da Biologia.

ANGOTTI trata desta questão, observando que:

Os cursos de formação, que pressupõem o somatório de conhecimentos atomizados, o conjunto de inúmeros conteúdos, muitas vezes se caracterizam mais pela ausência e pela lacuna do

---

<sup>1</sup> A construção dialética do conhecimento implica uma relação também dialética entre o professor e o aluno, a percepção do aluno dentro do processo de ensino e aprendizagem como um sujeito autônomo, alguém que seja capaz de construir uma relação significativa no processo de elaboração do conhecimento com o professor.

que pela presença e significado dos conteúdos críticos. (ANGOTTI, 1993, p.194)

Uma breve leitura dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Física – documento que norteia o trabalho do professor do Ensino Médio - permite verificar a possibilidade de a Biologia relacionar-se com outras áreas do conhecimento. (BRASIL, 1999). Portanto, por que não estender esses princípios ao Ensino Superior?

Segundo a lei 5540 de 1968, o ensino de Ciências Básicas na universidade tem três objetivos definidos: sanar as deficiências do ensino médio; auxiliar a orientação profissional do aluno; oferecer embasamento para as disciplinas do ciclo profissional do curso escolhido. Para as carreiras técnico-científicas (Engenharia, Astronomia, Química, Informática e Ciências da Terra) e para as Biomédicas (Medicina, Enfermagem, Fisioterapia, Farmácia, Biologia e outras), o aprendizado de Física faz parte da grade curricular quase que na totalidade dos cursos citados.

O ensino para as áreas denominadas aqui de “não-técnico-científicas” deve ser direcionado para a discussão de fenômenos e de situações nas quais a Física seja relevante, em cada área. Por exemplo: a Física de Superfícies (capilaridade e tensão superficial) e a Física Nuclear (radioproteção) são importantes para alunos de Biologia e de Engenharia, embora as aplicações sejam, na sua maioria, bastante diversas. O mesmo pode ocorrer com o ensino de Estática e Eletromagnetismo, pois a Estática é importante para o fisioterapeuta entender os princípios da Biomecânica enquanto que o Eletromagnetismo tem relevância em exames e tratamentos fisioterápicos. Os exemplos acima citados têm o objetivo de ressaltar quais tópicos da Física podem ser usados com enfoque em algumas áreas da Biologia.

PENNA e OLIVEIRA ressaltam que:

Desde a década de 1950, o desenvolvimento da ciência da complexidade tem sido cada vez mais importante para a compreensão da dinâmica do crescimento de espécies e demais estruturas biológicas na natureza. Podemos citar, por exemplo, o estudo da dinâmica de populações de colônias de bactérias, o crescimento em peso de peixes e mamíferos, a evolução de tumores cancerígenos, o estudo da circulação sanguínea nos organismos etc., na qual um grande esforço tem sido empenhado para formular leis físicas e matemáticas gerais, na tentativa de aproximar, definitivamente, a Física da Biologia (grifo do autor). O estudo do crescimento de tumores, por exemplo, é um tema atual no campo das pesquisas em bionanotecnologia, abrindo um campo promissor na medicina para o tratamento de muitas doenças. (PENNA e OLIVEIRA, 2008, p.1).

Já a Biologia Experimental faz uso intensivo de aparelhos e técnicas

experimentais que têm como sua base de conhecimento a Física, a Engenharia e a Química. Para a ecologia, temos a Física do Meio Ambiente. Segundo documentário da Discovery – (EARTH 2100) – Wild Weather Ahead, de 2007, com o título em português de “A Terra em Cem Anos” (arquivo próprio), há um simulador denominado Simulador Terrestre que se encontra em Yokohama, no Japão. Esse supercomputador é um dos mais velozes do mundo, visto que consegue processar dados com velocidade de trinta e cinco trilhões de cálculos por segundo. São na verdade cinco mil computadores interligados prevendo padrões do clima terrestre nos próximos cem anos. Inclusive, segundo o documentário, foi previsto um desastre natural, em Santa Catarina, em agosto de 2004, onde ocorreria a passagem do primeiro furacão em nosso litoral. O documentário apresenta relato de meteorologistas de todo o mundo, inclusive do brasileiro Clóvis Correa. Essa tempestade, batizada de furacão Catarina, matou 11 pessoas, destruiu casas e danificou milhares de outras. Exemplos como estes indicam que o trabalho interligado de várias ciências como a Matemática, a Física, a Biologia e a Engenharia, além de produzir avanços no conhecimento, pode gerar bons frutos para toda a sociedade. Dessa maneira, defendemos a articulação de conteúdos no Ensino Superior. Acreditamos que assim, o futuro profissional terá uma visão não fragmentada do conteúdo, contribuindo para uma formação consistente com as atuais demandas de globalização do mercado.

### **2.3 Estratégias de Ensino na área da Saúde**

Por que limitar-se a transmitir conhecimentos se os estudantes dispõem para isto, além da imprensa escrita, inventada há mais de 500 anos, outros meios de acesso às informações? Por que não privilegiar discussões em torno de temáticas levantadas junto aos alunos? Por que não prestigiar a aquisição de mentes criativas e inquiridoras, através de debates, de resoluções de problemas extraídos da própria realidade sócio-cultural? (BALZAN, 1999, p.178)

Uma revisão da literatura mostra os inúmeros trabalhos de pesquisa na área de Ensino que discutem importantes questões envolvendo a organização e exposição didática dos conteúdos de Física. Boa parte dos trabalhos que desenvolvem o tema reclama por uma convergência de conhecimentos e de metodologias que objetivem a formação de um sujeito crítico, criativo, capaz de agir e intervir no mundo, conforme propõe FREIRE (2002).

Um exemplo contrário a essa formação decorre graças à disponibilidade de recursos computacionais que possibilitam o crescente uso de análises qualitativas de fenômenos. Sabe-se que, apesar das vantagens destes recursos serem evidentes, existe o risco de termos profissionais que saibam apenas manipular um determinado programa, sem entenderem em que esses programas são baseados, e muito menos interpretarem os resultados que eles fornecem. De acordo com DELIZOICOV e SILVA (2008), têm se consolidado no Brasil propostas pedagógicas referentes ao ensino superior na área da saúde que defendem a necessidade da formação de profissionais críticos e reflexivos, capazes de compreender e resolver problemas, e para atender as demandas do Sistema Único de Saúde.

As universidades brasileiras hoje são diferentes do que era há 30 anos. Muitas possuem núcleos de excelência em pesquisa que atingem várias áreas do conhecimento. COELHO (2002) afirma em seu trabalho que, em 2000, publicaram-se tantos artigos no Brasil, quanto em toda a década de 70. Além disso, a qualificação do docente é melhor, bem como os recursos didáticos (laboratórios, computadores, *internet* e bibliotecas), embora se saiba que há má distribuição no cenário educacional brasileiro, não se pode negar, que houve avanço na área.

O trabalho de DELIZOICOV e ANGOTTI (2002) apresenta e discute os pressupostos epistemológicos e as características de duas estratégias de aprendizagem utilizadas no ensino superior na área da saúde: a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a Metodologia da Problematização (MP). Estas metodologias fundamentam-se em diferentes visões teóricas, embora utilizem problemas como ponto de partida para o ensino e aprendizagem dos alunos, como propõe Paulo Freire.

Na MP, os problemas são formulados pelos alunos a partir da observação da realidade. Esta metodologia baseia-se em pressupostos filosóficos, na fenomenologia, no existencialismo e em referenciais marxistas que partem da crença de que o homem se constrói e que pode ser sujeito quando integrado em seu contexto, reflete sobre ele e com ele se compromete. Do ponto de vista pedagógico, a MP recebe a influência das vertentes críticas do construtivismo.

Na ABP, os problemas são elaborados por uma equipe de especialistas para contemplar conhecimentos e atingir objetivos de aprendizagem planejados. Com enfoques e pressupostos diferenciados quanto ao significado e objetivos do

processo de problematização, as duas propostas trazem consigo implicações para a prática docente e para a formação dos profissionais da saúde.

CYRINO e TORALLES-PEREIRA (2004) discutem em seu artigo vários aspectos da utilização das metodologias MP e ABP em cursos da área de saúde. Segundo as autoras, a implantação dessas metodologias foi uma consequência dos “processos de mudança no ensino em saúde e a demanda por novas formas de trabalhar com o conhecimento no ensino superior”. (CYRINO e TORALLES-PEREIRA, 2004, p.787). 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.

Estas metodologias tem sido adotadas por escolas de Enfermagem no Brasil, inclusive na formação de auxiliares de enfermagem. (CYRINO e TORALLES-PEREIRA, 2004).

### ***2.3.1 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)***

As bases teóricas da ABP, do ponto de vista do conhecimento científico, bem como a identificação das teorias educacionais que lhe servem de suporte, constituem o objeto de análise da pesquisa de DELIZOICOV e SILVA (2008).

A ABP foi implantada como estratégia de ensino no final da década de 60, na Universidade de McMaster, Canadá, e, pouco depois, na Universidade de Maastricht, Holanda. Várias universidades têm adotado essa metodologia, inicialmente nos cursos da área da saúde, mas também na formação de áreas diversificadas como os cursos de Engenharia, Economia, Psicologia, Arquitetura, Física, Química e Biologia, entre outros. No Brasil, as instituições pioneiras na implantação da ABP foram a Faculdade de Medicina de Marília, o Curso de Medicina da Universidade Estadual de Londrina e a Escola de Saúde Pública do Ceará. (DELIZOICOV e SILVA, 2008)

Essa metodologia remete à proposição pedagógica de Freire sob duas dimensões importantes: a dimensão problematizadora e a dimensão dialógica. Para FREIRE (2002), a problematização sob este olhar corresponde a uma dinâmica de articulação entre essas dimensões no processo de ensino-aprendizagem.

As dimensões se posicionam como pontos de interface entre o conhecimento prévio do aluno e o conhecimento científico do professor que auxiliam na delimitação do objeto do conhecimento, assim como na sua transformação em objeto de estudo sobre o qual se realizará a apropriação e (re)construção do conhecimento.

FREIRE adverte que o ensino necessita transformar a curiosidade espontânea em curiosidade acerca do conjunto de conhecimentos que têm por objeto o conhecimento científico, visando a explicar os seus condicionamentos (sejam eles técnicos, históricos, ou sociais, sejam lógicos, matemáticos, ou linguísticos), lembrando que “não haveria existência humana sem abertura de nosso ser ao mundo, sem a transitividade de nossa consciência.” (FREIRE, 2002, p.34)

A prática docente, na perspectiva freiriana, tem como eixo estruturador a problematização, entendida em duas dimensões: como busca de situações que contribuem para a emancipação do ser humano; e como procedimento mediador do diálogo entre conhecimento prévio do aluno e o conhecimento científico do professor em torno das situações eleitas como problemas (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2002).

FREIRE argumenta que é preciso discutir com os alunos a realidade concreta a que se leva a associar a disciplina cujo conteúdo se ensina. De acordo com o autor, quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, tanto mais estes se sentirão desafiados.

Ensinar, na concepção de FREIRE, exige – além do respeito aos saberes dos alunos – pesquisa, criatividade, ética, estética, consciência do inacabamento, bom senso, curiosidade, alegria, esperança, comprometimento, tomada consciente de decisões, disponibilidade para o diálogo, competência profissional, apreensão da realidade. Ao abordar a questão da apreensão da realidade, por exemplo, Freire trata da educabilidade do sujeito, ou seja, da sua capacidade de aprender que difere dos outros animais. Segundo o autor, “essa capacidade não representa apenas adaptação, mas também transformação da realidade pelo sujeito que nela intervém, recriando-a”. (FREIRE, 2002, p.28)

DELIZOICOV, tomando como referência essas concepções freirianas, defende que quando se considera 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, do senso comum 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.

A aplicação da ABP envolve como etapas a leitura do problema, a identificação e o esclarecimento de termos desconhecidos, a identificação dos problemas propostos pelo enunciado; a formulação de hipóteses explicativas para os problemas identificados; o resumo das hipóteses; estudo individual dos assuntos levantados nos objetivos de aprendizagem; o retorno ao grupo tutorial para rediscussão do problema e compartilhamento no grupo dos novos conhecimentos adquiridos na fase de estudo anterior.

Compreender a problematização como um processo de reflexão sobre os seres humanos em suas relações com o mundo, e o conhecimento como construção que se dá pelo diálogo constante entre o sujeito-educando-educador e sujeito-educador-educando, significa tomar como objeto desse diálogo sua interação com a realidade. Este seria, de acordo com os autores, um passo fundamental para uma metodologia que se pretenda problematizadora.

Há a consciência de que a problematização nem sempre é a alternativa mais adequada para certos temas de um programa de ensino. Os temas Torque e Alavancas podem não ser, inicialmente, significativos para os alunos, uma vez que estes não visualizaram sua aplicabilidade no corpo humano. Entretanto, são temas importantes para que o aluno saiba executar de forma eficiente alguns procedimentos na sua prática profissional, como prestar socorro a vítimas de acidentes de trânsito, levantar ou dar banho num paciente.

Optamos, neste trabalho, pela ABP, levando-se em consideração as reflexões de DELIZOICOV e SILVA (2008) e as características dessa estratégia de ensino que tem sido utilizada em cursos de diferentes áreas, inclusive nos da área de saúde. Acreditamos que 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 nosso produto inclui questões problematizadoras que relacionam o conteúdo de física com as aplicações no funcionamento de várias partes do corpo humano e as técnicas empregadas na Enfermagem, possibilitando uma aprendizagem ativa.

Além disso, acreditamos que a metodologia da ABP seja adequada para preparar enfermeiros com o novo perfil profissional sugerido pelas Diretrizes Curriculares dos cursos de Enfermagem, implementadas pela resolução nº3/2001 do

Conselho Nacional de Educação (Brasil, 2001). Estas diretrizes descrevem um profissional que tenha uma nova concepção do processo saúde-doença, uma prática voltada à realidade da população, ações de cunho preventivo em equilíbrio com o curativo, agentes dinâmicos, empenhados com a resolução de problemas de saúde, críticos e reflexivos, que possam utilizar seus conhecimentos e habilidades de modo coerente com os pressupostos do Sistema Único de Saúde (SUS). Sabemos que para que isto se materialize a passividade, a acomodação e a acriticidade devem ser substituídas por um profissional político, crítico, reflexivo, que problematize o cotidiano e que seja capaz de apontar falha e indique possíveis soluções. Ou seja, deve-se formar "enfermeiros pensantes" e a ABP pode contribuir efetivamente neste sentido.

### 3. METODOLOGIA

Métodos significa o caminho para chegar a um fim, enquanto logos indica estudo sistemático, investigação. Assim, no sentido etimológico, metodologia significa o estudo dos caminhos a serem seguidos, incluindo aí os procedimentos escolhidos. (GONSALVES, 2003, p.63)

Neste capítulo apresentamos a metodologia utilizada para realização do presente trabalho, discutindo os passos seguidos para a construção do DVD, bem como as instruções de utilização pelo professor: a) escolha do tema (elaboração do instrumento de pesquisa, escolha da população pesquisada e análise dos dados); e b) definição das estratégias de ensino; coleta e seleção de textos e atividades para elaboração do produto.

A proposta da pesquisa consiste em uma abordagem qualitativa que, segundo MENGA e ANDRÉ (1986), ocorre em seu ambiente natural sem qualquer manipulação intencional do pesquisador, logo a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto. A escolha da abordagem qualitativa justifica-se na crença de que seja um tratamento metodológico adequado à análise do ensino da Biofísica no curso de Enfermagem. Defendemos que os conhecimentos prévios dos graduandos - muitos deles atuando como estagiários na área - e a experiência dos profissionais da área e dos professores do curso de enfermagem e áreas afins devem servir de referência para construção de conhecimentos e seleção de conteúdos importantes para a formação/prática profissional do enfermeiro.

#### 3.1 Escolha do tema

Realizamos inicialmente um levantamento das fontes específicas da área de Educação e Saúde. Neste contexto, a revisão da literatura contribuiu para a seleção dos autores com os quais dialogamos neste trabalho. O propósito da pesquisa é buscar um direcionamento acerca do conteúdo a ser trabalhado na confecção do manual (em DVD), cujo público-alvo é o professor de Biofísica do curso de Enfermagem.

Primeiramente, aplicou-se um questionário indicando temas da Biofísica, objetivando-se a escolha de dois tópicos, 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.

O objetivo principal do questionário é avaliar em que medida esse conteúdo pode contribuir para a prática profissional do enfermeiro e que contribuição a vinculação Física/Biologia pode oferecer ao graduando.

### ***3.1.1 Elaboração do instrumento de pesquisa***

Adotamos nesta pesquisa o questionário semi-estruturado, composto por perguntas fechadas e abertas a serem respondidas pelos sujeitos da pesquisa. Foram elaborados dois modelos de questionário: um modelo para os professores (APÊNDICE A) e outro para os alunos do Curso de Enfermagem e enfermeiros (APÊNDICE B), abordando questões relacionadas ao ensino-aprendizagem da Biofísica e à prática docente.

Para a definição dos temas e tópicos utilizados nos questionários desta pesquisa, escolhemos aqueles abordados nos livros de Biofísica [DURÁN (2003); GARCIA (2002); HENEINE (1990); OKUNO (1986) e CAMERON (1978)]. Estes livros apresentam uma estrutura relativamente atualizada e abrangente. Tanto o questionário do professor quanto o do aluno/enfermeiro apresentam os mesmos tópicos de Biofísica, com o objetivo de levantar dados que apresentem questões a respeito das relações entre a Física e a Biologia.

O modelo do questionário do aluno/enfermeiro é mais simples e sucinto, abordando questões que envolvem o período cursado, ano em que se formará e/ou se atua na área e há quanto tempo. Além de investigar os tópicos sugeridos, abre-se um espaço para que ele cite outros tópicos que possa julgar importante para sua formação e/ou prática.

O questionário do professor, por sua vez, além de abordar as questões relacionadas à eleição dos principais tópicos de Biofísica, apresenta perguntas de ordem didática que culminam em informações sobre estratégias de ensino utilizadas, identificando aquelas que o professor considera adequada e gostaria de ter disponíveis para trabalhar os temas escolhidos.

O questionário do professor ainda investiga a sua formação acadêmica e atividade profissional, abrindo um espaço para discussão sobre o planejamento e execução de aulas ou quaisquer comentários que o professor desejar tecer.

### 3.1.2 População Pesquisada

A população pesquisada foi dividida em três subgrupos: professores, alunos e enfermeiros do Hospital Municipal de Itaúna (MG), e do Programa da Saúde da Família (PSF do município). Participaram da pesquisa 89 sujeitos, sendo 11 professores, 67 alunos do Curso de Enfermagem e 11 enfermeiros (um do PSF e dez do Hospital Municipal de Itaúna).

Os alunos pesquisados foram do curso de Enfermagem (6<sup>o</sup> ao 8<sup>o</sup> períodos) da Universidade de Itaúna (MG) e os professores do curso de Enfermagem e áreas afins dessa instituição. O quadro 1 apresenta informações sobre a formação acadêmica e o tempo de atuação docente, provenientes do questionário.

<b>Número de Professores</b>	<b>Formação Acadêmica dos professores pesquisados.</b>	<b>Tempo de atuação</b>
1	Licenciatura em Ciências e Biologia, Mestrado pela UFMG	12 anos
2	Bacharelado em Ciências e Farmacêutico	5 anos
1	Engenheiro Metalúrgico pela UFOP e Mestrado em Ciências	10 anos
1	Sem resposta	6 anos
1	Sem resposta	12 anos
1	Licenciatura em Biologia	3 anos
1	Bacharelado em Biologia, Odontologia e Mestrado em Educação	3 anos
1	Licenciatura em Biologia e Mestrado pela PUC Minas	7 anos
1	Licenciatura em Biologia pela UFMG	22 anos
1	Física pela UFMG	17 anos

**Quadro 1:** Professores pesquisados: formação e tempo de atuação na docência

Fonte: Dados da pesquisa

Percebemos, pelos dados, que a maioria dos professores leciona há mais de cinco anos, formando um grupo que consideramos experiente. É interessante observar que sete professores, portanto a maioria, tem formação na área biológica, enquanto que apenas dois são provenientes da área exata. Apenas um professor é formado em física. Dois professores não responderam à pergunta.

### **3.1.3 Análise dos dados**

Analizamos nesta seção as respostas às questões dos questionários referentes à seleção e justificativa do tema que será trabalhado no nosso produto. Dessa maneira, solicitamos aos sujeitos a indicação de três tópicos da Biofísica que eles consideram mais relevantes para o curso de Enfermagem. Em seguida, pedimos que eles justifiquem a seleção feita.

Os dados levantados nesta pesquisa emergem dos questionários aplicados aos sujeitos participantes. Como já mencionado, estes dados foram distribuídos em três subgrupos que correspondem ao grupo de respondentes. Como procedimento metodológico, adotou-se a leitura e a análise dos dados levantados nos questionários aplicados ao grupo pesquisado. Assim, iniciamos a discussão mostrando as escolhas e justificativas dos professores, seguidas pelos alunos e enfermeiros. Finalmente, consolidamos os resultados culminando na seleção dos tópicos que irão compor nosso trabalho.

#### **3.1.3.1 Professores**

Em relação aos tópicos eleitos como fundamentais pelos professores, os resultados mostram que “Forças e Biomecânica” e “Óptica Física e Geométrica” foram os dois tópicos eleitos como mais importantes para a grade curricular do curso de enfermagem, ambos indicados por seis professores. Assim, na visão dos professores, estes são os tópicos mais relevantes de Biofísica aplicado à Enfermagem, embora outros tópicos tenham sido bem votados, como “Energia - outras modalidades de energia”, com cinco votos, “Escalas na biologia” e “Fluidos,

tensão superficial", com quatro votos cada.

Estes resultados são mostrados no gráfico 1.

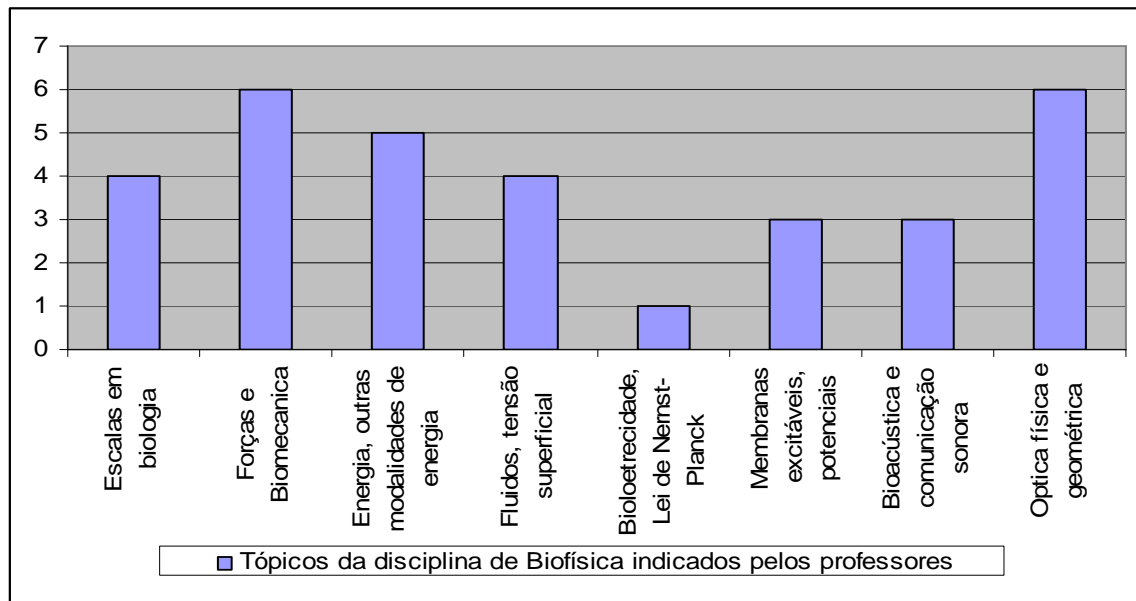


Gráfico 1: Tópicos da Biofísica indicados pelos professores

Fonte: Dados da pesquisa

A questão seguinte do questionário solicita aos professores (as) que justifiquem sua escolha pelos tópicos assinalados. As respostas são apresentadas na íntegra conforme escritas pelos mesmos no APÊNDICE B.1. Optou-se por identificar os professores por letras (A, B, e assim por diante), preservando assim seu anonimato.

A julgar pelas respostas dos sujeitos entrevistados, percebemos que dez professores justificaram suas escolhas, entretanto, nem todos a fundamentaram tendo como base a prática do enfermeiro. Observamos que 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 C, 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.

Os tópicos eleitos pelo professor C foram “Fluidos: tensão superficial capilaridade e transporte em um meio infinito”, “Bioacústica e Comunicação Sonora”,

“Óptica física e geométrica”, “Biofísica da visão e instrumentos ópticos”. Embora estes tópicos estejam diretamente relacionados com o funcionamento do corpo humano, vê-se que a preocupação desse professor está focalizada principalmente em questões relacionadas à evolução animal, conteúdo mais específico do Curso de Ciências Biológicas do que de Enfermagem. Esta preocupação é natural se considerarmos que a maioria dos professores que participam da pesquisa tem formação em Ciências Biológicas.

Por outro lado, nas respostas dos professores A, D, F, G e H, 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 F 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. (Professor F)

Da mesma forma, para o professor H, “o curso de enfermagem é voltado para ciências humanas, onde o foco maior deve estar voltado para o aprendizado da Física envolvida com a Fisiologia e Patologia do corpo humano”.

Os professores B e E justificam a escolha dos tópicos com base na fundamentação necessária para as outras disciplinas vistas no curso de Enfermagem. O professor I remete sua escolha de acordo com o melhor conhecimento que o profissional tem de um determinado tópico, ou seja, a justificativa está centrada no sujeito. Finalmente, o professor J cita processos metabólicos e neurais, além da dinâmica celular do corpo humano para justificar sua escolha, mas não faz nenhuma referência destes com a prática profissional da enfermagem.

### **3.1.3.2 Alunos**

Ao analisar os resultados da pesquisa realizada sobre a escolha do tema junto aos alunos, podemos verificar que há uma diferença significativa na escolha do conteúdo em relação aos professores. O gráfico 2 apresenta os resultados deste

subgrupo.

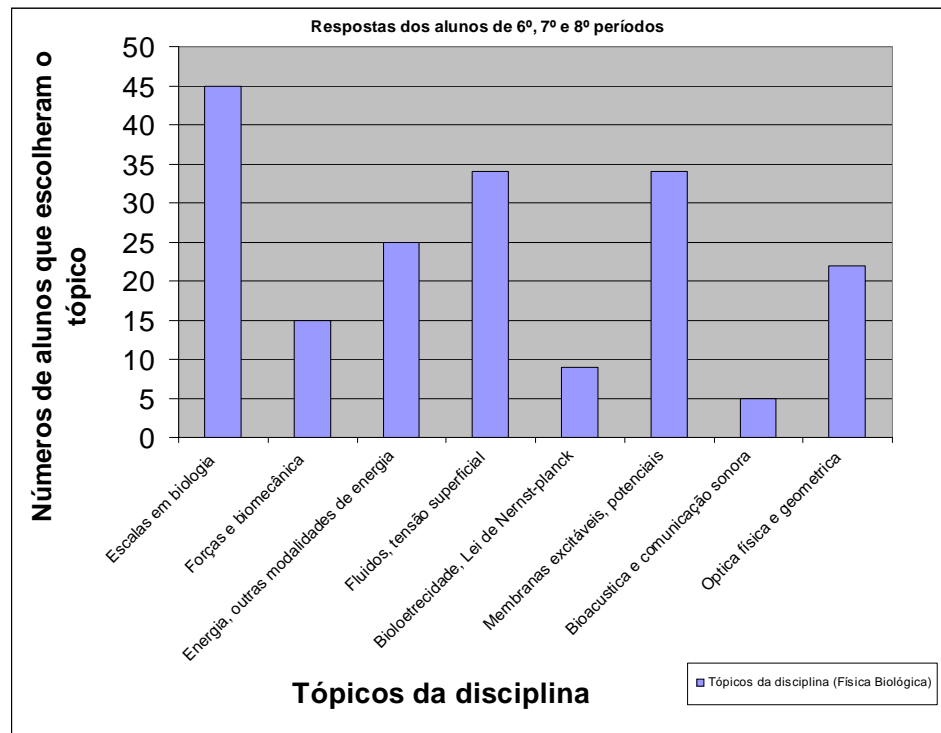


Gráfico 2: Tópicos da Biofísica escolhidos pelos alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Segundo os dados do gráfico 2, o tópico “Escala em biologia” foi o mais votado (aproximadamente 24% do total de votos), enquanto que “Fluidos, tensão superficial” e “Membranas excitáveis, potenciais” ficaram empatados em segundo lugar com 18% dos votos, aproximadamente. Observa-se também que “Energia, outras modalidades de energia” e “Óptica física e geométrica” tiveram uma quantidade significativa de votos, representando respectivamente 13% e 12% dos votos.

<b>ESCOLHA DOS TÓPICOS DE BIOFÍSICA PELOS ALUNOS DE ENFERMAGEM</b>		
<b>Tópicos</b>	<b>Número de votos</b>	<b>%</b>
Escalas em biologia	45	24
Forças e Biomecânica	15	8
Energia, outras modalidades de energia	25	13
Fluidos, tensão superficial	34	18
Bioeletrecidade, Lei de Nernst-planck	9	5
Membranas excitáveis, potenciais	34	18
Bioacústica e comunicação sonora	5	3
Óptica física e geométrica	22	11

Quadro 2: Escolha dos tópicos da disciplina de Biofísica em percentagem

Fonte: Dados da pesquisa

Apenas 28 alunos justificaram a escolha dos tópicos, essas justificativas encontram-se no Apêndice B.2. Uma análise das justificativas mostra que nove alunos (cerca de 14%) fizeram a escolha tendo por base a grade curricular do curso de Enfermagem. A resposta do aluno 1 é um exemplo que retrata este comportamento, dizendo que escolheu “Temas que considero mais diretamente ligados ao curso de Enfermagem e ao conteúdo apresentado.”. Bem como a resposta do aluno 2 que diz que “...os tópicos selecionados são de fundamental importância para o curso de Enfermagem”. Percebe-se assim, que a seleção de temas por estes alunos é baseada na importância dos conteúdos para o próprio curso de Enfermagem. As respostas dos alunos 1, 2, 4, 8, 19, 20, 21, 22 e 28 encaixam neste perfil.

Oito alunos (12%) consideram apenas a prática profissional do enfermeiro para fazer a seleção de tópicos. São estes os alunos 3, 6, 7, 10, 16, 17, 24, e 25. Nesta categoria os alunos não mencionam por que os tópicos são importantes para sua prática, apenas mencionam o fato, como podemos ver na fala do aluno 25: “Escolhi tais tópicos porque acho que estes fundamentos são mais utilizados na vida prática...”. Ou ainda na fala do aluno 10, “Tópicos que me lembrei e que fazem parte do nosso cotidiano como estagiários e futuros enfermeiros.” Para o aluno 6, o

interesse por “Fluidos e Tensão superficial” deve-se ao “contato que o Enfermeiro tem com secreções, fluidos no seu cotidiano.”.

Há alunos que abordam a relação entre os conteúdos da Biofísica e o funcionamento do corpo humano, como por exemplo,

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. A biofísica humana está em quase todos os processos biológicos. (Aluno 13).

Ou a resposta do aluno 9, que esclarece a escolha do tópico “Escalas na Biologia”, enfatizando que

É necessário saber sobre o crescimento celular para se saber identificar anormalidades decorrentes ao desenvolvimento humano. As membranas excitáveis devem ser identificadas para entendermos melhor o processo de eletricidade decorrente do funcionamento de alguns órgãos. (Aluno 9)

Vários destes alunos (9, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 26 e 27) mencionam explicitamente a importância do conhecimento do funcionamento do corpo humano, em alguns casos a nível molecular, para a prática de enfermagem.

Apenas as respostas dos alunos 5 e 18 não se relacionam com o contexto estudado.

Entendemos, assim, que a maioria das respostas apresentadas converge para as questões de ordem prática, ou seja, para as necessidades da atividade profissional do enfermeiro, o que nos 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.

### **3.1.3.3 Enfermeiros**

Em relação à seleção de temas pelo grupo de enfermeiros, observamos que o primeiro tópico “eleito” foi “Escalas em biologia” e logo a seguir “Fluidos, tensão superficial”. Em terceiro, “Membranas excitáveis, potenciais”. Verificamos também um empate entre os tópicos “Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck” e “Bioacústica e comunicação sonora”, como mostra o gráfico 3.

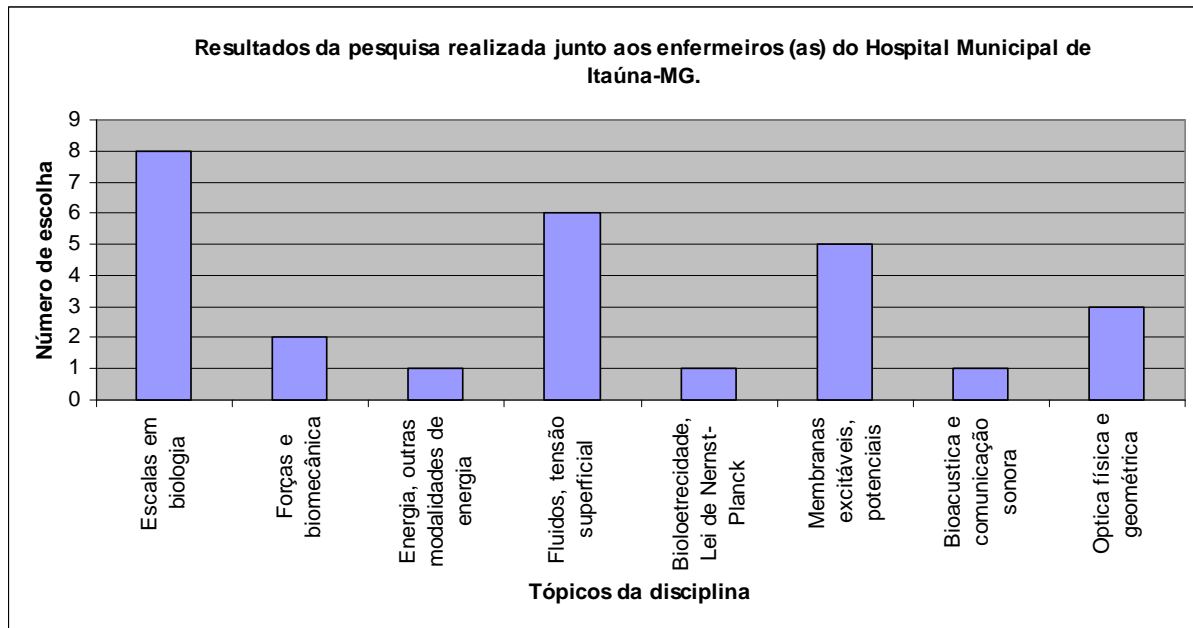


Gráfico 3: Tópicos de Biofísica escolhidos pelos enfermeiros

Fonte: Dados da pesquisa

Em seguida, analisamos as justificativas dadas aos tópicos assinalados por sete enfermeiros. As respostas são apresentadas, na íntegra no APÊNDICE B.3. Encontramos nas respostas de alguns enfermeiros justificativas bastante vagas para a escolha dos tópicos da Biofísica que consideram significativos para a prática do enfermeiro. Dentre essas respostas, destacamos a do enfermeiro D, “Matérias importantes para a enfermagem”, ou do enfermeiro F, “São tópicos a meu ver, importantes, que devem estar sempre em estudo.” Os enfermeiros A, B, C, E e G relacionam explicitamente a importância do conhecimento do funcionamento do corpo humano e a prática do enfermeiro. Em especial, citamos a justificativa do enfermeiro A, que estabelece uma relação estreita entre os tópicos escolhidos e sua prática profissional:

A enfermagem trabalha no contato com o paciente, ou seja, no cuidado, no toque. E 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 medicamento, na monitorização hemodinâmica, também usamos a física dos fluidos, tensão superficial, capilaridade e transporte. (Enfermeiro A)

A maioria dos enfermeiros, como era de se esperar, justificou a escolha de tópicos de acordo com a sua prática profissional.

### **3.1.3.4 Consolidação dos resultados**

Interessante notar que há algumas divergências de pontos de vista no que tange à escolha dos tópicos da 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”. Embora o grupo de professores tenha selecionado tópicos distintos, os tópicos “Escalas na biologia” e “Fluidos e tensão superficial” também foram indicados como tópicos importantes para a formação e a prática dos enfermeiros.

Assim, após a aplicação dos questionários e análise dos dados coletados, elegemos os temas “Fluidos e Tensão Superficial” e “Escalas na Biologia” para serem desenvolvidos no nosso material pelos seguintes motivos: a frequência com que aparecem nas respostas apresentadas pelos sujeitos investigados; e o fato de ter percebido, no período em que atuei como docente no curso de enfermagem, a importância destes temas para a formação do aluno e a prática do profissional de saúde. Partindo-se do princípio de que o Curso de Enfermagem deve permear a formação e a prática profissional do enfermeiro, acreditamos que estes tópicos possam contribuir para a reorientação das práticas e saberes dos profissionais.

## **3.2 O Curso de Enfermagem e sua prática profissional na visão dos sujeitos**

A terceira pergunta do questionário dos alunos e enfermeiros, e quinta pergunta do questionário dos professores, refere-se a um espaço reservado para comentários, caso o sujeito (aluno, professor ou enfermeiro) queira deixar registrado qualquer observação a respeito da pesquisa, do curso de Enfermagem e ou da sua prática profissional.

No quadro 3 relatamos as observações feitas por cinco dos nove professores participantes. Percebe-se que um deles fez questão de dizer que não teceria comentários. Alguns comentaram sobre as condições de trabalho; outros sobre a importância da Biofísica e ainda houve aqueles que falaram da prática docente.

Importante ressaltar que o professor C demonstra reconhecer a necessidade

de articulação entre as disciplinas de Física/Biologia, o que pode ser comprovado pela afirmação “Duas ciências que caminham juntas.” Os professores B e E indicam a falta de interesse e de fundamentação teórica por parte dos alunos, como fatores que dificultam o processo de ensinar. O professor H, por sua vez, busca uma solução abordando o aspecto da adequação do currículo à prática profissional, sugerindo que se leve em consideração “o que realmente será necessário para sua vida profissional”.

<b>Prof.</b>	<b>Resposta</b>
<b>B</b>	“Qualquer recurso didático utilizado e considerado pelo professor apropriado pode ser insuficiente para aprendizagem. Faz-se necessário o interesse e empenho tanto por parte do professor quanto do aluno”
<b>C</b>	“A Física consegue explicar vários eventos biológicos. Sem ela, muitos processos biológicos não seriam explicados. Duas ciências que caminham juntas.”
<b>E</b>	“A falta de base (1º. e 2º. Graus) dos alunos impedem um maior aprofundamento, nos conteúdos, desejável para cursos de 3º. Grau.”
<b>G</b>	“Sem comentários.”
<b>H</b>	“Física é vista por muitos alunos como disciplina cansativa por tratar-se de vários cálculos e fórmulas, o que leva o mesmo a desmotivar-se. Cabe ao professor um enfoque maior no que diz respeito à prática profissional do aluno, levando em consideração o que realmente será necessário para sua vida profissional.”

Quadro 3: Comentários dos professores a respeito do curso de Enfermagem e da sua prática profissional.

Fonte: Dados da pesquisa

Os comentários dos enfermeiros referem-se ao plano curricular do curso de enfermagem, à Biofísica e à desarticulação teoria/prática. A pergunta foi dirigida aos 11 profissionais, entretanto apenas três responderam à questão, como se pode observar no quadro 4.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta</b>
<b>A</b>	“Achei difícil fazer a opção por apenas três tópicos, pois todos têm ligação direta com os cuidados de enfermagem.” (referindo-se aos tópicos escolhidos)
<b>C</b>	“O MEC deve e tem que apresentar mais matérias na grade curricular de Enfermagem que julgamos mais importantes.”
<b>G</b>	“Durante a graduação de Enfermagem os ensinamentos de Biofísica são muito superficiais.”

Quadro 4: Comentários dos enfermeiros a respeito do curso de Enfermagem e da sua prática profissional

Fonte: Dados da pesquisa

Todos respondentes afirmam com propriedade o que julgam importante para a formação do enfermeiro, o que pode indicar que conhecimentos prévios, neste caso adquirido no exercício da profissão, a que se refere FREIRE (2002), contribuem para uma melhor percepção dos pontos necessários para a melhoria da sua prática profissional. Quanto aos alunos, a maioria não respondeu à questão, apenas dez alunos registraram seus comentários, o que equivale a 15% do total de questionários respondidos pelos alunos. A julgar pelos comentários de alguns destes alunos, percebe-se que nem todos tinham clareza dos objetivos do questionário e da importância das respostas para a pesquisa. O quadro 5 apresenta os comentários feitos pelos alunos.

<b>Aluno</b>	<b>Comentário</b>
<b>1</b>	“Tudo que seja útil para o curso de Enfermagem pode acrescentar no conteúdo de Física do corpo humano”
<b>2</b>	“Há vários tópicos interessantes.”
<b>3</b>	“Nada para declarar no momento.”
<b>4</b>	“Que possa separar Biofísica de Fisiologia, afinal o tempo fica curto para tanta matéria.”
<b>5</b>	“Pouca escolha de tópicos, deveriam ser mais.” (referindo-se ao número de tópicos solicitados na questão 1)
<b>6</b>	Gostaria de estudar melhor a pesquisa e objetivo do questionário. Solicito informações, se possível.” <sup>2</sup>
<b>7</b>	“Há que ser matérias que explicam o corpo de uma maneira global. E de maneira focada há a especialização.”
<b>8</b>	“Espero que todas as matérias que colaborem para o curso de Enfermagem sejam dadas com mais profundidade e envolvendo mais itens para estudo e entendimento da Biofísica no corpo humano.”
<b>9</b>	“É interessante esse questionário quanto a ampliar mais ainda a área de saúde, especificamente a Enfermagem.”
<b>10</b>	“A matéria de Biofísica no curso de Enfermagem seria interessante e muito rico para os currículos.”

Quadro 5: Comentários dos alunos a respeito do curso de Enfermagem e da sua prática profissional  
Fonte: Dados da pesquisa

<sup>2</sup> A solicitação do aluno 6 foi atendida via e-mail, não se obtendo retorno do mesmo.

Os comentários dos alunos remetem, em geral, a discussão para a inclusão ou ampliação de conteúdos que inter-relacionam Física com o funcionamento do corpo humano.

Com base nestes dados, podemos inferir que os alunos apresentam dificuldades em identificar e definir quais conteúdos da Física são, de fato, essenciais para o curso de Enfermagem, diferentemente dos enfermeiros. Esta diferença parece natural, pois aqueles que lidam, cotidianamente, com a prática profissional percebem quais conceitos da Biofísica são mais importantes e estão mais preparados para perceber lacunas nos cursos de formação.

No último item dos questionários, no qual se pede “Gentileza acrescentar qualquer tópico que não esteja no questionário e que você julga importante”, foi a menos respondida pelos sujeitos participantes da pesquisa. Apenas dois dos 11 enfermeiros responderam à questão; dos 67 alunos, apenas sete responderam; enquanto que somente os professores G, H e J fizeram o que foi solicitado.

As respostas dos três professores à questão são mostradas no quadro 6.

Professor(a)	Resposta
G	“Acho que a Física poderia ajudar, trazendo para o curso de enfermagem uma vivência de ciência baseada em evidências, em fatos, em experimentos, esse tipo de abordagem, de uma metodologia científica baseada em algo palpável e realizável seria uma contribuição significativa.”
H	“Energia, outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano.”
J	“Biofísica do sistema cardíaco, biofísica do sistema neurológico (sinapses neuronais, áureas eletromagnéticas, descargas elétricas e transmissão elétrica entre os neurônios, sua interação e geração das informações pelo córtex cerebral, biofísica do sistema olfativo, tátil e gustativo (como são geradas as informações captadas pelas terminações nervosas e conduzidas no cérebro e transformadas em sensações”

Quadro 6: Sugestão de tópicos importantes para o curso de Enfermagem feita pelos professores  
Fonte: Dados da pesquisa

Temos, nas respostas dos professores, algumas sugestões importantes que evidenciam e reforçam a necessidade de se interligar a teoria à prática do enfermeiro. Interessante notar que o professor G vai além dos conteúdos, e explicita uma preocupação em relação à utilização de uma metodologia científica que evidencie o processo de construção da ciência. O professor H repetiu um tópico

listado no questionário, talvez enfatizando sua importância. O professor J indica, a seu ver, a importância de aprofundar a discussão na Biofísica dos processos de transmissão e recepção dos impulsos nervosos nos sistemas cardíaco, olfativo, tátil e gustativo.

No quadro 7 mostramos as sugestões de tópicos dos sete alunos que responderam a questão.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta</b>
<b>1</b>	“Sem sugestões.”
<b>2</b>	“Tudo que você achar importante.”
<b>3</b>	“Nada que eu possa melhorar para seu trabalho no momento”
<b>4</b>	“A manutenção do equilíbrio corpóreo”
<b>5</b>	“Biologia Molecular”
<b>6</b>	“Desculpe-me, mas não me lembro no momento.”
<b>7</b>	“Algum tópico que fale sobre biofísica neurológica.”

Quadro 7: Sugestão de tópicos importantes para o curso de Enfermagem feita pelos alunos

Fonte: Dados da pesquisa

Os dados permitem duas inferências: ou os tópicos complementares apontados no questionário são suficientes, abarcando todos os conteúdos da Biofísica importantes para o curso de Enfermagem na visão dos alunos, ou os alunos não estão preparados para definir quais conteúdos devem ser abordados no curso de Enfermagem.

Apenas dois enfermeiros responderam à questão. O enfermeiro C sugeriu a inclusão do tópico “Forças e Biomecânica”, já contido na lista original. As palavras do enfermeiro G, “Considero que existem itens importantes para enfermagem e outros menos significantes dentro dos tópicos já citados, sendo necessário não acrescentar novos, mas selecioná-los de novo a torná-los mais pertinentes.”, indicam que não há necessidade de acrescentar novos tópicos, e sugerem talvez uma re-significação dos conteúdos já listados dentro do contexto da Enfermagem.

Concluimos que os dados, em geral, apontam para a necessidade de uma

reflexão no processo de ensino de Biofísica para enfermagem, principalmente no que diz respeito a uma tentativa de articulação entre teoria e prática.

### **3.3 Escolha das Estratégias de Ensino pelos Professores**

Há no discurso de professores do curso de Enfermagem – tomando-se como base depoimentos de ex-colegas de trabalho - uma idéia recorrente: a necessidade de um trabalho de pesquisa por parte do professor, haja vista a dificuldade de encontrar material de Biofísica específico para o mencionado curso, que apresente recursos diferenciados como vídeos, animações, textos com diferentes suportes teóricos em apenas um espaço. Soma-se a essa idéia uma outra que também é citada pelos professores: a questão do tempo que a tarefa de pesquisar demanda deste profissional. Assim, o questionário dirigido especificamente ao subgrupo de professores apresenta perguntas que remetem a essas idéias, solicitando que os sujeitos informem sobre os recursos didáticos que utilizam ou acreditam ser importantes para a sua prática docente, e quais são as dificuldades encontradas no planejamento e execução das aulas. O objetivo do levantamento é identificar quais são os recursos que o professor dispõe e/ou que utiliza em suas aulas e as dificuldades mais comuns, buscando subsídios para a elaboração do produto.

De acordo com as respostas dos professores à questão: “Quais as dificuldades encontradas em cumprir o planejamento?”, percebe-se que as dificuldades encontradas no desenvolvimento do seu trabalho são várias. Para a maioria destes sujeitos, os problemas enfrentados têm como foco ora o aluno, ora o conteúdo, ora a organização do tempo, como mostra o quadro 8.

Observa-se, entretanto, que nenhum professor refere-se especificamente à sua formação. Apenas um professor pondera diretamente que uma das dificuldades é o “conteúdo extenso”, enquanto que seis professores, de um total de nove, mencionam a falta de tempo ou o número reduzido de aulas para expor todo o conteúdo. Assim, pressupõe-se uma necessidade de reorganizar e re-significar os conteúdos da Biofísica. Alguns professores apontam a falta de interesse e de base dos alunos, como fatores que complicam o cumprimento do programa planejado. Os professores C e H mencionam a falta de material didático disponível como um problema. Apenas o professor F afirma não haver dificuldades.

Professor(a)	Resposta
A	"Conteúdo extenso, turma que não responde bem ao conteúdo."
B	"O conteúdo é relativamente complexo, associado à falta de hábito de estudo por parte dos alunos, dificulta a aprendizagem. Sendo assim, perde-se muito tempo explicando repetidamente a mesma matéria."
C	"Falta de material didático e número reduzido de aulas."
D	"Fatos ou acontecimentos não previstos que podem atrasar ou adiar o cronograma proposto no planejamento do curso."
E	"Perda de tempo com explicações de conceitos que os alunos deveriam ter no 2º. Grau e que são pré-requisitos para as aulas do 3º. Grau."
F	"Não vejo dificuldades."
G	"Tempo, características da turma, dificuldades específicas, ocorrência de eventos na instituição, um conteúdo no qual se gastou mais tempo, etc."
H	"Tempo e material disponível"
I	"A compreensão adequada por parte do aluno, por motivos diversos: desinteresse, falta de tempo. Embora muitas vezes o desinteresse seja fruto de força maior. Exemplo: o mercado de trabalho contempla os formados; os contemplados com algum emprego são remunerados precariamente."

Quadro 8: Dificuldades no planejamento da disciplina biofísica apontadas pelos professores

Fonte: Dados da pesquisa

Para identificar os recursos didáticos mais utilizados pelos professores do curso de Enfermagem, formulou-se a pergunta como mostrado no quadro 9.

**“Quais estratégias de ensino (material didático) que você (professor) acha adequadas e gostaria de ter disponíveis para trabalhar os temas escolhidos na questão anterior? Indique três que você julgue mais convenientes”.**

- apresentações em Power point
- objetos de aprendizagem  
lâminas
- vídeos
- filmes
- textos
- animações
- sites na internet
- outros: \_\_\_\_\_

Quadro 9: Pergunta sobre os tipos de recursos didáticos utilizados pelos professores. A pergunta encontra-se no questionário aplicado aos professores no APÊNDICE A.

Elaborado pelo autor.

O gráfico 4 apresenta os resultados da pesquisa realizada com os onze professores (as). Os resultados mostram que o recurso didático mais utilizado pelos professores são as apresentações em *Power Point* (PPT), seguido por Animações, Vídeos e em quarto lugar, há um empate entre lâminas, filmes e textos.

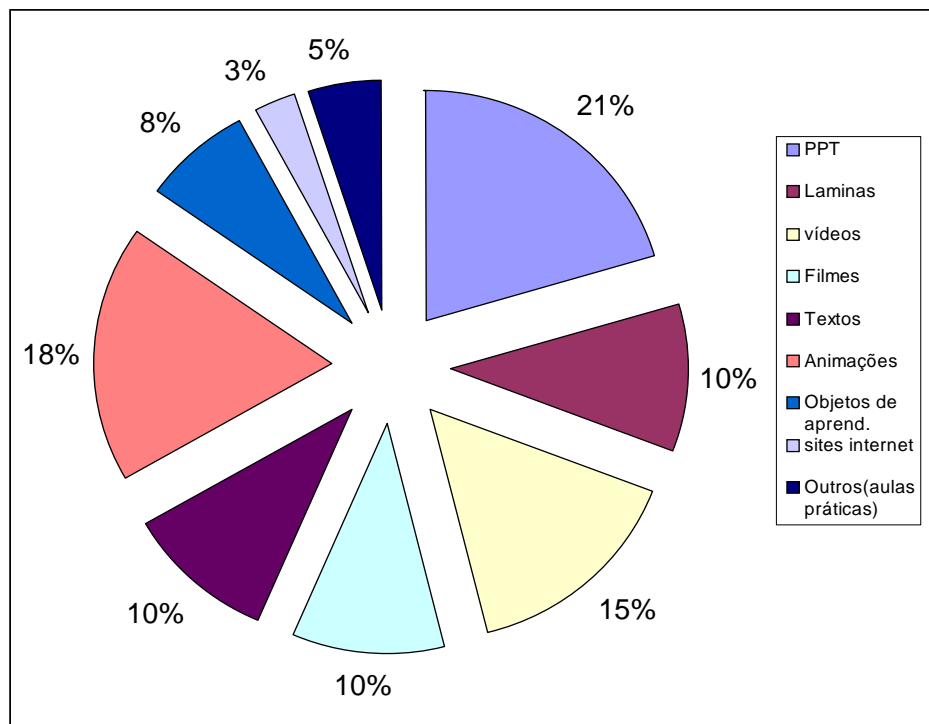


Gráfico 4: Escolha dos recursos didáticos utilizados pelos professores em sala de aula

Fonte: Dados da pesquisa

A partir dos resultados obtidos da análise dos dados coletados, privilegiamos os recursos didáticos mais utilizados pelos professores, preparando o nosso material didático em formato de DVD, com a intenção de facilitar a preparação das aulas. O DVD apresenta textos, vídeos e simulações para ilustrar o conteúdo, além de questões problematizadoras para induzir o aluno a refletir sobre o conteúdo estudado e o cotidiano da sua prática profissional.

### **3.4 Elaboração do DVD**

O produto desta pesquisa é um DVD com textos, vídeos, simulações e exercícios de Biofísica para uso de professores desta disciplina no curso de Enfermagem, durante a preparação das suas aulas e também no decurso delas. São aulas e atividades que, acreditamos, são exequíveis, de fácil aplicação e bastante ilustrativas, contemplando temas e assuntos da Biofísica, essenciais para a prática de enfermagem.

A idéia inicial que motivou a elaboração deste produto foi o interesse em auxiliar o professor no planejamento de aulas de Biofísica para o curso de Enfermagem, tendo em mente as dificuldades encontradas pelo mesmo: falta de material específico e de tempo para pesquisa de temas da Biofísica a serem abordados no curso. Pensamos no DVD também como uma forma de estreitar a relação entre o que se aprende no curso de Enfermagem e o que o enfermeiro, de fato, necessita para o exercício de sua profissão.

O produto que se disponibiliza para os professores aborda conceitos da Biofísica aplicados à Enfermagem, configurando uma Física destinada ao curso de formação de enfermeiros, com o objetivo de contribuir para um melhor entendimento dos problemas que se enfrenta na prática da enfermagem. Propõe-se, portanto, o estudo dos conteúdos selecionados pela pesquisa realizada, relacionados à Biofísica, incluindo tópicos como a pressão atmosférica e hidrostática, pressão no corpo humano, dinâmica dos fluidos aplicada à biofísica da circulação sanguínea e biofísica da respiração, e tantos outros subtópicos que envolvem a compreensão e a aplicação de conceitos da Biofísica.

Selecionaram-se temas e conteúdos que os enfermeiros precisam compreender para a adoção de estratégias e execução de tarefas e de procedimentos inerentes à sua profissão como, por exemplo: manuseio de equipamentos e instrumentos no trato com pacientes, compreensão do funcionamento do corpo humano e as tecnologias disponíveis na enfermagem.

A construção do texto do DVD com as orientações de uso e exploração das atividades propostas teve como referência principal a ABP cujo foco é a problematização. Trata-se, portanto, de um material didático cujos conteúdos são direcionados especificamente para a prática do enfermeiro e para os problemas a ela relacionados.

Há no DVD textos de diferentes fontes como livros didáticos, sites, vídeos, publicações científicas (artigos, dissertações e teses) que foram compilados, adaptados e/ou traduzidos para o português. Uma das características do material é a preocupação com a intertextualidade, ou seja, com a abordagem de um mesmo conteúdo em diferentes textos. Buscou-se em livros, revistas científicas e na *Internet* textos que pudessem enriquecer os conteúdos estudados.

O conteúdo compõe-se de artigos, gráficos, esquemas, imagens e situações-problema que apresentam e explicam os conteúdos da Biofísica, selecionados de acordo com os resultados da pesquisa e pelo fato de serem considerados importantes para a compreensão e a contextualização destes conteúdos.

Os textos do material foram extraídos de livros acadêmicos e de sites da internet, conforme se pode verificar nas referências do DVD. Já os problemas que estão no corpo do texto foram elaborados, compilados e adaptados para que pudessem contemplar o referencial teórico da ABP. Essa metodologia, conforme já anunciado, tem como objetivo possibilitar a construção de conhecimentos na perspectiva dos problemas da prática. Acredita-se que ao contemplar a ABP no produto, possibilita-se a compreensão da realidade vivida pelo enfermeiro, preparando-o para a busca de soluções para situações-problema da prática profissional. Assim, são propostos aos alunos problemas/situações que necessitam do levantamento de hipóteses para explicá-los, incentivando a realização de estudos, pesquisas e discussões em grupo. (CYRINO e TORALLES-PEREIRA, 2004).

Alguns problemas apresentam acesso a resoluções que servem de orientação para o processo ensino e aprendizagem. Em várias páginas há *links* para acessar

vídeos (parte de documentários da *Discovery*, *National Geographic*, e do *You Tube*) que tem relação com os temas apresentados. Esses vídeos foram selecionados pelo fato de representarem e/ou explicarem de forma concreta e lúdica os conteúdos abordados, apresentando situações reais ou simuladas, imagens em três dimensões e outros recursos que o professor pode utilizar em suas aulas.

O DVD divide-se em quatro tópicos: Pressão e corpo humano, Escoamento de fluidos no corpo humano, Escalas na Biologia, e Leituras complementares. Em cada tópico apresentam-se, além das explicações sobre conceitos básicos de Biofísica, imagens que explicam ou retratam a prática do profissional de saúde (no caso, do enfermeiro) e outros textos.

A estrutura de cada tópico é representada pelo esquema a seguir:

- Textos: Compilados de livros de Física, Enfermagem, Fisiologia Humana, Biomecânica e do site do professor L. A. Bertolo, de forma auxiliar o professor na preparação de aulas para alunos do curso de enfermagem. Sugerimos que o professor explore bastante os textos que disponibilizamos neste material, levando em conta os diferentes suportes dos quais eles foram extraídos. Reúna outros textos e materiais que possam enriquecer e contextualizar o conteúdo estudado;
- Situações-problema: Aparecem em vários subtópicos, podendo ser trabalhadas com os alunos, com vistas à revisão e contextualização dos conteúdos da Biofísica estudados;
- Vídeos: O nosso produto disponibiliza vários vídeos sobre os temas discutidos no DVD, que podem enriquecer os conteúdos da Biofísica aplicada à Enfermagem. Estes vídeos têm por objetivo contextualizar e ressignificar os conteúdos estudados, incitando não só a leitura das palavras como também a compreensão das imagens que as representam ou a acompanham. Alguns vídeos têm como fonte o [www.youtube.com](http://www.youtube.com) e outros são do Canal de TV *Discovery* e *National Geographic*. A tradução e legendas dos vídeos do you tube são de autoria do autor do DVD;

- Animações, esquemas e fotografias: foram inseridos no trabalho com o propósito de ilustrar e esquematizar conceitos e processos tais como troca de  $O_2$  e  $CO_2$ , anatomia do coração em 3D, glaucoma, aterosclerose e infarto, estrutura do alvéolo, consumo de oxigênio em um sujeito com Enfisema e outros;
- Curiosidades: podem ser encontradas em todos 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 publicado na Acta Medicina Portuguesa, em 2009, intitulado “MEDICINA HIPERBÁRICA”, que consideramos bom exemplo, discorre sobre a atuação da enfermagem no tratamento com oxigenoterapia hiperbárica e faz um breve histórico do procedimento, propondo uma discussão sobre o papel do enfermeiro. O texto apresenta efeitos terapêuticos, indicações, efeitos colaterais e complicações, contribuindo para o trabalho do futuro enfermeiro;
- Referências: Trazem as obras (livros didáticos, artigos científicos, sites e vídeos) que foram consultadas para a realização do trabalho e aquelas que o professor pode utilizar na preparação de suas aulas, disponibilizando para o professor diferentes fontes de pesquisa.

Esperamos que o material organizado dessa maneira possa contribuir de forma significativa para contextualização e enriquecimento dos conteúdos e práticas docentes.

## 4. APRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DO PRODUTO

### 4.1 Introdução

Neste capítulo apresentamos uma descrição geral da estrutura e do conteúdo disponível no DVD. Uma cópia do material encontra-se no DVD anexo à dissertação. Apresentamos também a avaliação do produto, realizada junto a professores de física, biologia e enfermeiros, alunos da sexta turma do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática.

### 4.2 Estrutura e descrição do DVD

Nesta seção, descrevemos a estrutura do DVD, explicando como os conteúdos foram organizados, juntamente com atividades, vídeos, artigos. Os tópicos aparecem em uma coluna, no lado esquerdo da tela principal, como mostrado na figura 1, de forma a orientar o professor em sua pesquisa. Disponibilizamos ainda três ícones intitulados Tela principal, Apresentação e Física na Medicina que antecedem os tópicos de conteúdo: Pressão e o Corpo humano, Escoamento de fluidos no corpo humano, Escalas na Biologia e Leituras Complementares; Além dos tópicos, temos Vídeos e Animações, que apresenta uma lista dos vídeos e animações utilizados no trabalho, e as Referências que apresentam os autores pesquisados durante a elaboração do trabalho.

No ícone Apresentação, fazemos um breve comentário a respeito do produto, sobre a aplicação da Física na Medicina, os objetivos do material, a metodologia seguida “Aprendizagem Baseada em Problemas” (ABP) e algumas sugestões de como o professor poderá utilizar o DVD. Em Física na Medicina discutimos o significado dos termos “física” e “física médica”, a relação entre os conteúdos, mostrando a importância da Biofísica para o curso de Enfermagem, o papel da modelagem no estudo de Biofísica, e ao final propomos atividades relacionadas aos conceitos estudados.



Figura 1: Tela principal apresentando o menu do DVD

Fonte: Imagem do DVD , produto desta pesquisa que acompanha esta dissertação, elaborado pelo autor

Ao clicar em qualquer tópico de conteúdo, o professor terá acesso a uma lista de subtópicos relacionados ao conceito principal e sua aplicação no corpo humano. Para exemplificar, o quadro mostrado na figura 2 mostra a relação dos subtópicos discutidos em todos os tópicos que compõem o DVD.

<u>Pressão e o corpo humano</u>	<u>Escoamento de fluidos no corpo humano</u>	<u>Escalas na Biologia</u>	<u>Leituras complementares</u>
<p><a href="#">Introdução</a></p> <p><a href="#">Pressão no corpo humano</a></p> <p><a href="#">Medidas da pressão no corpo</a></p> <p><a href="#">Efeito da postura na pressão sanguínea</a></p> <p><a href="#">Pressão intra ocular</a></p> <p><a href="#">Pressão dentro do crânio</a></p> <p><a href="#">Pressão no sistema digestivo</a></p> <p><a href="#">Pressão no esqueleto</a></p> <p><a href="#">Pressão na bexiga</a></p> <p><a href="#">Efeitos da pressão durante o mergulho</a></p> <p><a href="#">Terapia com oxigênio hiperbárico (HOT)</a></p>	<p><a href="#">Dinâmica dos fluidos</a></p> <p><a href="#">Qual a rapidez que o sangue flui?</a></p> <p><a href="#">Escoamento de fluidos reais</a></p> <p><a href="#">Escoamento laminar e turbulento</a></p> <p><a href="#">Fluxo sanguíneo</a></p> <p><a href="#">Lei de Poiseuille, Resistência das vias aéreas</a></p> <p><a href="#">Tensão superficial, Tensão superficial nos pulmões e Física do Alvéolos</a></p> <p><a href="#">O princípio de Bernoulli aplicado ao sistema cardiovascular</a></p> <p><a href="#">A relação entre algumas doenças cardiovasculares e a física</a></p>	<p><a href="#">Unidades e Escalas na biologia</a></p> <p><a href="#">Crescimento de uma célula</a></p> <p><a href="#">Resistência em organismos de tamanhos diferentes</a></p> <p><a href="#">Forma e tamanho</a></p> <p><a href="#">Cálculos de medicamentos</a></p> <p><a href="#">Questões de revisão</a></p>	<p><a href="#">Elementos do Sistema Respiratório.</a></p> <p><a href="#">Principais componentes do sistema cardiovascular.</a></p> <p><a href="#">O trabalho realizado pelo coração .</a></p> <p><a href="#">O trabalho realizado pela respiração.</a></p> <p><a href="#">Ausculta pulmonar.</a></p> <p><a href="#">Sons do Coração.</a></p> <p><a href="#">Questões de revisão</a></p>

<p><a href="#">Como o sangue e os pulmões interagem</a></p> <p><a href="#">A física de algumas doenças pulmonares</a></p> <p><a href="#">Questões de revisão</a></p>	<p><a href="#">Questões de revisão</a></p>		
--	--	--	--

Figura 2: Relação dos subtópicos do DVD.

Fonte: DVD, produto desta pesquisa, material que acompanha esta dissertação

Dentre os temas explorados no tópico Pressão e corpo humano temos: pressão no corpo humano, enfatizando alguns efeitos da pressão atmosférica e sintomas percebidos no corpo humano; medidas e unidades de pressão usadas em Biologia e as unidades no sistema internacional de medidas; pressão em diferentes partes do corpo com enfoque em glaucoma, pressão dentro do crânio, no sistema digestivo, esqueleto, bexiga, efeitos da pressão durante o mergulho, terapia com oxigênio em alta pressão. Apresentamos também conteúdos que relacionam o conceito de pressão com a interação entre o sangue e os pulmões, bem como algumas doenças pulmonares.

O tópico Escoamento de fluidos no corpo humano apresenta, de modo geral, definições de escoamento de fluidos reais, explorando o conceito de viscosidade; a lei de Poiseuille que aponta outros fatores que afetam o fluxo de sangue nos vasos sanguíneos; tensão superficial e a física dos alvéolos com ênfase no princípio de Bernoulli. No subtópico relação entre as doenças cardiovasculares e a física, há um vídeo sobre aterosclerose que apresenta uma simulação de como ocorre um infarto.

Para preparar aulas sobre a função dos organismos vivos, o crescimento de uma célula, a resistência de alguns seres vivos e a Lei de Keibler, o professor poderá recorrer ao tópico Escalas na Biologia.

O tópico “Leituras complementares” apresenta leituras que cumprem duas funções: contextualizar os conteúdos, re-significando a prática profissional e enriquecê-los, acrescentando informações de caráter biológico aos conceitos físicos estudados. O tópico compõe-se de sete subtópicos, conforme mostra o quadro da figura 8.

A leitura “Elementos do sistema respiratório” mostra 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. A segunda leitura “Principais componentes do sistema cardiovascular” apresenta dois vídeos sobre o sistema cardiovascular, propondo ainda pesquisa sobre doenças do coração e a realização de um miniseminário sobre o papel biológico das plaquetas, dos leucócitos e eletrólitos. As leituras seguintes que tratam do trabalho realizado pelo coração e pelos pulmões retomam 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, que podem ser encontrados no subtópico “Sons do coração”, bastando que o professor acesse os links disponíveis.

Todos os tópicos possuem um subtópico intitulado “Questões de revisão”, que traz exercícios de revisão referentes aos temas discutidos. Os exercícios foram selecionados com o objetivo de contribuir para a assimilação e aplicação do conceito envolvido.

No subtópico “Medidas da pressão no corpo”, por exemplo, discutimos o procedimento utilizado para medir a pressão sanguínea, ilustrado na figura 3, 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. Acreditamos que os recursos utilizados neste e em outros tópicos irão facilitar a compreensão dos conceitos abordados, o que permite ao professor explorar o texto do DVD em suas aulas, articulando-o com a prática do enfermeiro.

No tópico “Efeito da postura na pressão sanguínea” encontramos 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. (OKUNO, 1982, p. 309)

De posse dessas informações, o aluno aprende a estabelecer estratégias para cuidar de um paciente que, após levantar-se rapidamente, possa sentir tonturas. Tais informações são essenciais para a compreensão do processo (queda de pressão arterial) e a adoção de procedimentos necessários diante desta situação. Assim, o professor poderá elaborar situações-problema que ativem os conhecimentos prévios dos alunos e aqueles conhecimentos construídos na sala de aula conforme propõe a ABP.



Figura 3: Medindo a pressão arterial com o uso de esfigmomanômetro.  
 Fonte: [www.whala.com.br/tag/medir-a-pressao/](http://www.whala.com.br/tag/medir-a-pressao/). Acesso: em 19 set. 2009

Em vários pontos dos textos apresentados no DVD, quando possível, encontram-se perguntas na forma de problematizações inter-relacionando situações vividas na prática do enfermeiro ou o comportamento do corpo humano com os conceitos abordados naquele subtópico. Como exemplo, podemos citar a pergunta deixada ao leitor na discussão da Lei de Poiseuille:

Correlacione o escoamento turbulento e a variação do raio nas artérias com o mecanismo da aterosclerose - doença crônica-degenerativa que leva à obstrução das artérias pelo acúmulo de gordura (principalmente colesterol LDL) em suas paredes.

Em outro subtópico, ao estudar a correlação entre a física e algumas doenças cardiovasculares, desafiamos o leitor 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?

Em outro exemplo, após assistir a um vídeo sobre a troca de  $O_2$  e  $CO_2$ , os alunos são convidados a pesquisar por que uma pessoa não pode ficar exposta a poluentes como os que os carros produzem por um período intenso. Ou seja, o que acontece com a proteína denominada hemoglobina se uma pessoa fica em uma garagem totalmente fechada com seu automóvel ligado.

Os vídeos, que aparecem em cada subtópico, encontram-se listados no tópico Vídeos e Animações. Ao clicá-lo, o professor se depara com um texto introdutório e uma lista dos vídeos, como mostrado na figura 4. Acreditamos que dessa maneira, o trabalho do professor seja facilitado, no caso de necessitar um vídeo específico.

<a href="#"><u>Pressão no Corpo Humano: De que somos feitos - ( Discovery)</u></a>
<a href="#"><u>Pressão no Corpo Humano: Coração - ( You Tube)</u></a>
<a href="#"><u>Pressão no Corpo Humano: Efeito da Postura na Pressão Sanguínea - (Discovery)</u></a>
<a href="#"><u>Pressão Intra Ocular: Visão - (Discovery)</u></a>
<a href="#"><u>Pressão Intra Ocular: Glaucoma - (You Tube)</u></a>
<a href="#"><u>Pressão dentro do Crânio: Danos causados pelo <math>O_2</math> ao cérebro - (Discovery)</u></a>
<a href="#"><u>Pressão no Sist. Digestivo: Tortuosa - (Discovery)</u></a>
<a href="#"><u>Pressão no esqueleto: Por dentro do ossos - (Discovery)</u></a>
<a href="#"><u>A Física dos Pulmões e Respiração: A respiração - (You Tube)</u></a>
<a href="#"><u>Troca de <math>O_2</math> e <math>CO_2</math> no Sistema Capilar : Trocas gasosas - (You Tube)</u></a>
<a href="#"><u>A física de algumas doenças cardiovasculares: Aterosclerose - (National Geographic)</u></a>

Figura 4.: Figura relação dos vídeos e animações mostrados no material produto desta pesquisa, que acompanha esta dissertação

Fonte: DVD, produto dessa pesquisa

Ao final do DVD, apresentamos as referências que subsidiaram esta pesquisa, ou seja, o aporte teórico que sustentou o trabalho desenvolvido e a elaboração deste produto. Espera-se que o professor, além de pesquisar esta bibliografia, incentive seus alunos a desenvolver o hábito da pesquisa.

### 4.3 Como o professor poderá utilizar o produto: uma palavra ao professor

O professor poderá explorar este material para introduzir e ampliar alguns importantes conceitos da Biofísica que têm grande aplicabilidade na Enfermagem e que devem estar presentes no curso de formação.

O objetivo 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.

Dentre os objetivos a serem cumpridos pelo DVD podemos citar:

- Compreender enunciados que envolvam símbolos físicos e manuais de instalação e 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 de forma geral como os aparelhos funcionam, construir e investigar situações-problema;
- Prever, e analisar previsões, articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico;
- Reconhecer o papel da Física no sistema de produção; compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação com a evolução do conhecimento científico.

O professor tem à sua frente, num só espaço, textos científicos, gráficos, esquemas, desenhos, vídeos e fotografias que ajudam a apresentar os conteúdos a serem estudados de forma lúdica, crítica e criativa, que o instrumentalizam para o trabalho com seus alunos.

Para preparar e executar uma aula, o professor pode lançar mão de recursos audiovisuais distribuídos em muitos tópicos do produto. Por exemplo, o tópico Pressão e o corpo humano apresentam dois recursos: um simulador que possibilita

a explorar os conceitos do processo da difusão de moléculas e também um vídeo sobre circulação sanguínea e trocas de gases. O simulador permite ao professor explicar aos alunos as propriedades dos gases por meio da sua visualização. O vídeo, por sua vez, pode ser utilizado para enriquecimento e contextualização de conceitos da Biofísica, tais como pressão, volume e difusão dos gases.

Ao clicar no ícone Apresentação, o professor encontra algumas sugestões de como trabalhar com o material.

Apresentamos, a seguir, algumas sugestões de uso do DVD:

- Faça uma leitura atenta de todo o conteúdo do DVD, das leituras complementares, dos exercícios, inclusive assista aos vídeos;
- Inclua os conteúdos abordados no material em seu planejamento de aulas, explorando ao máximo os recursos didáticos que lhe são disponibilizados (vídeos, animações, curiosidades, esquemas);
- Promova debates sobre as temáticas apresentadas, como forma de participação, comunicação, informação, expressão e defesa do ponto de vista, produção do conhecimento, verificação da correta interpretação e inferências sobre o que os textos desejam comunicar;
- Permita que os alunos discutam seus pontos de vista, oportunizando a comunicação, a compreensão e ativando os conhecimentos prévios dos alunos;
- Aprofunde a observação, o registro e a pesquisa acerca dos temas abordados;
- Ensine a estudar: desperte o interesse pela pesquisa, destacando a importância do conhecimento na vida de cada um e no exercício da sua profissão;
- Proponha aos alunos temas que tenham relação com a prática profissional do enfermeiro;
- Recomende aos alunos a leitura dos livros citados no DVD para que possam aprofundar os conteúdos estudados;
- Incentive seus alunos à ampliação de sua cultura científica e a estabelecer conexão entre as diferentes áreas do conhecimento;
- Favoreça o surgimento de condições para que os alunos se assumam como centro da atividade educativa e agentes do processo ensino-aprendizagem;

- Crie situações-problema em que os alunos sejam desafiados a participar e questionar.

As estratégias de ensino-aprendizagem nas quais baseamos nosso produto estão de acordo com a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A ABP é uma estratégia ou metodologia de ensino-aprendizagem que objetiva a aquisição de conhecimentos no contexto de problemas clínicos (NORMAN, 1988 *apud* DELIZOICOV e SILVA, 2008, p.17). São passos desta metodologia:

- Leitura do problema, identificação e esclarecimento de termos desconhecidos;
- Identificação dos problemas propostos pelo enunciado;
- Formulação de hipóteses explicativas para os problemas identificados;
- Resumo das hipóteses; formulação dos objetivos de aprendizagem;
- Estudo individual dos assuntos levantados nos objetivos de aprendizagem;
- Retorno ao grupo tutorial para rediscussão do problema e compartilhamento no grupo dos novos conhecimentos adquiridos na fase de estudo anterior.

Como critica DELIZOICOV e ANGOTTI (2002), é artificial dicotomizar método-conteúdo. O autor propõe a adoção de metodologias de aprendizagem mais “ativas” que tomam como centralidade do processo o educando e assumem o discurso por um ensino problematizador. Propõe a adoção da estratégia de ensino-aprendizagem: a ABP cuja aplicação justifica-se pela necessidade de aproximar teoria e prática, integrar conteúdos compartimentalizados, formar profissionais reflexivos e capazes de resolver situações-problema.

Pensamos que 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.

O DVD traz também algumas publicações de divulgação científica, de universidades e outras entidades voltadas para a pesquisa em Física e ensino-aprendizagem da Física, que contribuem para o aprimoramento e a atualização dos conteúdos. Entretanto, é importante que sejam usadas cautelosamente pelo

professor, uma vez que algumas delas podem simplificar demasiadamente a explicação de determinados conteúdos.

Dessa maneira, é oferecido ao professor (a) da disciplina Biofísica dos cursos de formação de profissionais da saúde, em especial do curso de Enfermagem, uma abordagem simples e didática de alguns conteúdos, além de exercícios resolvidos e explicados, vídeos, ilustrações, situações-problema, gráficos e esquemas que podem ser explorados em sala de aula, proporcionando uma aprendizagem mais significativa e rica.

Trata-se de um material que pode servir de referência e complementação, uma vez que não esgota os assuntos apresentados. É importante que se ajuste o conteúdo de cada capítulo às reais necessidades dos alunos e à prática profissional destes. O objetivo é auxiliá-lo (a) no planejamento de aulas interessantes, contextualizadas, ilustradas e capazes de articular a teoria que os alunos necessitam à sua prática profissional.

Uma proposta, qualquer que seja ela, sem a intervenção do professor não passa de uma proposta, afinal os professores são os mediadores do processo ensino-aprendizagem. A intervenção do professor só acontece se houver uma preparação, um estudo atento daquilo que se discutirá em aula. Você, caro professor, é peça fundamental no desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem dos seus alunos: deverá exercer a intervenção pedagógica quando solicitado, incentivar a pesquisa, a participação social e sistematizar os conteúdos tratados.

#### **4.4 Avaliação do produto**

Parte do material elaborado foi apresentada para duas turmas do Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (PUC Minas), das áreas de Ensino de Biologia e Ensino de Física, com o objetivo de avaliar o produto. Os alunos do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática são, na sua maioria, professores do ensino médio e superior, tendo também nesta turma em particular, duas enfermeiras.

O tema trabalhado encontra-se no tópico Leituras Complementares e intitula-se “Elementos do Sistema Respiratório”. Ao apresentar o conteúdo buscamos explorar os recursos disponíveis tais como vídeos, animações, situação-problema, esquemas, links, que têm como função auxiliar o professor no planejamento e na execução de suas aulas. No decorrer da apresentação, exibimos vídeo sobre a respiração, animações sobre a troca de gases, o sistema respiratório e a respiração pulmonar. Exploramos também o simulador que permite trabalhar com as variações entre grandezas (temperatura, volume e pressão).

Ao discutir sobre pneumotórax, por exemplo, mostramos aos alunos um texto com maior detalhamento do conteúdo que foi acessado através do link disponível no DVD. Especificamente, este texto relata uma pesquisa do Professor e Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Cirurgia Cardiovascular, Torácica e Anestesiologia, da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) sobre a Etiopatogenia, Diagnóstico Clínico e radiológico do Pneumotórax Espontâneo Primário e Secundário.

Além de explicar o tema, mostramos outros tópicos e recursos que o produto disponibiliza, ressaltando que o material foi elaborado para o uso do professor. Há informações e conceitos importantes de que o professor pode lançar mão para propor situações-problema que ativem os conhecimentos prévios dos alunos e os levem a estabelecer estratégias para a solução destas.

Em “Alerta”, por exemplo, o texto apresenta duas informações importantes: que “o pneumotórax aberto traumático requer atendimento de emergência” e que “interromper o fluxo de ar através da abertura na parede torácica é uma medida para salvar a vida do paciente”. Mais adiante, o professor encontra alguns procedimentos a serem tomados em caso de emergência que poderão auxiliá-lo na proposição de situações-problema aos seus alunos.

Ao final da aula, aplicamos um questionário para que os alunos avaliassem o produto, tomando como referência o tema apresentado e a visão geral do DVD.

#### **4.4.1 Elaboração do instrumento de avaliação**

O questionário utilizado para a avaliação do DVD, cuja cópia está no Apêndice C.1, é composto por quatro perguntas. As duas primeiras perguntas tem como objetivo identificar o nível de satisfação dos professores em relação ao material apresentado. Essas questões foram elaboradas como múltipla escolha, na primeira as opções variaram de “ótimo”, “bom”, “médio” e “ruim”, enquanto que na segunda foram apresentadas apenas as opções “sim” e “não”. Na terceira pergunta, o professor é solicitado a apontar os pontos positivos e negativos do material. E por último, na quarta pergunta, abre-se um espaço para sugestões de melhoria para o produto.

#### **4.4.2 Análise dos dados**

Optamos pela Análise de Conteúdo (AC) para analisar as respostas dos alunos sobre o material apresentado na aula. A AC, na perspectiva de BARDIN (2004) 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. (BARDIN, 2004, p.37).

As respostas às duas primeiras perguntas já apresentam categorias de análise, por serem de múltipla escolha. Assim, observamos que a maioria dos professores considera que o material é ótimo, havendo entre eles quem aponte a necessidade de alguns ajustes, inclusive no que diz respeito a alguns conceitos. Dos 20 alunos que assistiram à exposição do produto e apresentação do tema, 13 avaliaram o produto como ótimo e sete disseram que o produto é bom. Para a segunda pergunta, (Você acha importante este tipo de material para a formação de professores?), todos alunos assinalaram a opção “sim”.

Para as respostas sobre os aspectos positivos do material, criamos, a partir dos dados cinco categorias de análise<sup>3</sup> a saber:

a) Material de fácil uso; b) Relação biologia/física; c) Problematização; d) Conteúdo; e e) Visual. As respostas coletadas encontram-se na íntegra no Apêndice C.2. Na categoria Material de fácil uso relacionamos os comentários que descrevem a facilidade de utilização do material. Exemplos de respostas que se referem à essa categoria são: “Fácil acesso e uso”, “Interface amistosa para quem já lida com objeto da informática”, “Interação com o usuário”, “Material muito simples de ser utilizado”, “De fácil visualização e interatividade”, “Fácil manuseio”, “Guia do usuário com sugestões de como usar”, “Facilidade de obter as informações estratégicas”, “Auto aprendizagem.” Assim, do total de 35 comentários feitos sobre os aspectos positivos do material, aproximadamente 26% se referem à facilidade de uso.

A relação biologia/física é contemplada nas respostas: “Relação da Biologia com a Física... trabalho interdisciplinar”, e “Aborda de forma ampla o conteúdo tão extenso, relacionando as disciplinas de Biologia e Física, aplicadas a rotina da enfermagem.” Apenas 6% das respostas se enquadram nesta categoria.

Na categoria problematização enquadrámos duas respostas que se referiram à problematização como característica essencial do trabalho. A primeira afirma “Consegue inter-relacionar o conteúdo com o universo cotidiano” e a segunda diz apenas “Problematização”. Estas respostas revelam, em alguma medida, que apenas 6% dos participantes da avaliação identificaram a proposta da ABP para o ensino da Biofísica: a construção de conceitos a partir de situações-problema que tenham relação direta com a prática da Enfermagem, presente no material apresentado. Essa característica tão importante do trabalho, não foi devidamente enfatizada durante a apresentação do produto.

Na categoria conteúdo agrupamos os comentários dos alunos que se referem a alguma característica do conteúdo exposto no material. A maioria dos comentários, 37%, se enquadra nesta categoria. Como exemplo, citamos alguns deles: “Diversificado e ampla possibilidade de abordagem”; “Amplio material de pesquisa para o professor”; “Inserção de hiperlinks de forma a enriquecer o conteúdo”. Vemos, portanto, que a maioria dos comentários aponta a importância do

---

<sup>3</sup> A categorização é, segundo BARDIN (2004), a passagem dos dados em bruto a dados organizados.

professor ter acesso a um material de qualidade, extenso e que permite uma pesquisa em várias fontes de informação.

Quatro comentários, 11%, se referem ao visual do DVD. Essa categoria é exemplificada pelos comentários: “Ótima visualização dos vídeos e da página como um todo”; ou “Apresenta uma interface que chama a atenção”.

Finalmente, há cinco comentários (14%) que não foram classificados em nenhuma categoria específica. Entre eles, temos: “Utilização de vários canais”; se referindo a utilização de uma combinação de textos, sons e imagens no material; outros aspectos apontados como positivos é a disponibilidade de “Vídeos curtos” no material, e a “Objetividade e coesão” deste. Um comentário identifica no material uma “Preocupação com o aprendizado do aluno”; enquanto que outro afirma que o material é uma “Ótima ferramenta para o curso de Enfermagem”.

Nos aspectos negativos apontados (total de 16) classificamos os comentários em quatro categorias: a) Excesso de conteúdo; b) Material desatualizado; c) Nenhum comentário; e d) Erros no material.

Dois comentários (12,5%) afirmam que o fato do material possuir muito conteúdo é um aspecto negativo. Outros 12,5% afirmam que as referências e algumas técnicas utilizadas estão ultrapassadas. Outros 12,5% apontam erros no conteúdo exposto, inclusive uma delas especifica que “A colocação de que a quantidade de  $N_2$  é a mesma dentro e fora dos alvéolos” está equivocada. Aproximadamente 31% das respostas se enquadram na categoria “Nada a comentar”, sendo que um deles justifica dizendo que “Não vimos todo material para opinar sobre ele”.

Um aluno afirma que para utilizar o produto deve-se ter conhecimentos de informática. Não concordamos com esta afirmação, uma vez que o DVD tem o mesmo formato que uma página da internet, com links, facilitando bastante seu uso. Outro comentário diz respeito à baixa qualidade dos vídeos utilizados. Infelizmente temos que optar entre qualidade e tamanho do arquivo.

Dois comentários sobre os aspectos negativos do DVD, não se enquadram nas categorias definidas acima, e certamente nos leva a pensar. O primeiro diz “Visão mecanicista do corpo humano”, talvez se referindo ao enfoque dado principalmente na descrição física dos mecanismos biológicos. Em nossa opinião, não vemos isto como um aspecto negativo, uma vez que estamos preocupados em correlacionar a física com a biologia, ou seja, o objetivo do material proposto tem

como conseqüência esta característica. O segundo comentário “Visão finalista de processos biológicos”, talvez se refira ao enfoque dado apenas na finalidade de cada processo biológico apresentado. Neste material abordamos alguns pontos do extenso conteúdo de biofísica. Buscamos, por meio das Leituras Complementares, situar o usuário dando uma visão mais ampla dos principais sistemas que contemplam o conteúdo discutido. Pensamos que uma visão mais geral do corpo humano, discutindo a interligação entre seus processos mecânicos e fisiológicos, só seriam possíveis em um material que abordasse todo o conteúdo de biofísica.

Outro aspecto negativo apontado por um dos alunos acusa a escassez de elementos físicos, o que não corresponde à verdade, uma vez que há um número significativo destes em todo o produto. Este aspecto pode ter sido induzido pela apresentação do DVD que se restringiu às Leituras Complementares, nas quais se concentram os conteúdos de Biologia dos assuntos tratados em outras seções.

Há aspectos apontados como negativos que subsidiaram algumas correções no produto, levando-se em conta a argumentação dos autores que os apontaram. A observação de um dos alunos durante a apresentação a respeito do título RESPIRAÇÃO CELULAR que, equivocadamente, identifica a animação sobre respiração pulmonar culminou, por exemplo, na elaboração de uma ressalva no próprio texto, uma vez que a animação não admite alterações. De modo geral, podemos afirmar que os alunos compreenderam a finalidade do produto, a proposta do mesmo e os recursos que ele oferece ao professor. Dentre as sugestões apresentadas, vale ressaltar a de um dos alunos que sugere a disponibilização do produto após a defesa para pesquisa e uso dos professores: “após a defesa dividir com os colegas”. O que mostra um real interesse dos colegas pelo DVD.

Descartamos algumas sugestões consideradas pouco relevantes, sem justificativas que possam validá-las: “eliminação dos itens pela substituição por texto dissertativo” e “colocar subtítulos em destaque”. Acreditamos que o texto dissertativo dificultaria a busca do professor por assuntos específicos.

É interessante observar que os dados mostram uma preocupação maior dos sujeitos para aspectos relacionados ao conteúdo do material e para a facilidade de uso do DVD, que juntos totalizam 63% do total dos comentários. Este comportamento é justificado pelo fato de os sujeitos que avaliaram o produto serem, na maioria, professores.

Os aspectos que consideramos como características principais do nosso produto - interdisciplinaridade, uso de problematização e aplicação à Enfermagem, foi apontado em poucos comentários, em um total de apenas 12%. Talvez a apresentação do produto não tenha contemplado ou enfatizado estas características.

De um modo geral, a análise dos dados indica uma avaliação positiva do produto. Alguns aspectos que apóiam esta visão são as respostas à primeira questão, nenhum aluno disse que o material era médio ou ruim; o número de aspectos positivos (35) apontados é bem maior do que os aspectos negativos (16), dos quais cinco apenas declararam que não tinham nada a comentar.

Entendemos que ao elaborar e construir um determinado material, no formato de livro, cartilha ou DVD, sempre haverá pontos que podem ser melhorados. Esperamos que em trabalhos futuros seja possível retornar a este assunto e utilizando o amadurecimento proporcionado por esta investigação, poder promover melhorias no material didático elaborado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que é ciência não pode ser desligado para que serve ou a quem serve. Não se pode apenas querer conhecer; é preciso também, no mesmo ritmo, querer aprender. (DEMO, 2000, p.146)

Nossa proposta, nesta pesquisa, foi 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 serão mais bem preparados para exercer a sua profissão.

O diálogo com alguns autores que compõem o aporte teórico, que dá sustentação a esta pesquisa foi fundamental para a reflexão não só sobre a Biofísica como importante disciplina do currículo do curso de enfermagem, como também sobre a importância da contextualização e da relação teoria/prática no que diz respeito à formação, à prática docente e à prática profissional. Destacam-se aqui autores como CORSO (2009), DELIZOICOV e ANGOTTI (2002), FREIRE (2002), COELHO (2002) e ANGOTTI (1993).

O trabalho de DELIZOICOV (2002), por exemplo, que propõe como ponto de partida para o processo ensino-aprendizagem a discussão de problemas da vida prática e da realidade do aluno que tenham relação direta com o pensamento freiriano cuja idéia central é a educação problematizadora.

Pensamos que a problematização pode contribuir para a compreensão de conteúdos da Biofísica, uma vez que leva em consideração os conhecimentos que podem ser adquiridos a partir de discussões de situações que envolvam problemas enfrentados no cotidiano da atuação profissional destes sujeitos.

Os resultados da pesquisa mostram que há divergências nas respostas dos grupos pesquisados em relação aos tópicos da Biofísica que devem ser ensinados para o curso de Enfermagem. De um lado, os alunos e os enfermeiros justificam suas respostas baseando-se que os conteúdos ministrados em sala de aula devem apresentar forte relação com a prática profissional. Os professores, por sua vez, apresentam justificativas diversificadas, sem se preocuparem especificamente com essa prática. Entretanto, apesar destas diferenças, verificamos que ambos fizeram escolhas de temas comuns.

Dessa maneira, foi elaborado um material em formato de DVD, cujo objetivo é subsidiar o trabalho do professor de Biofísica, de forma a atender ao menos em

parte, às necessidades tanto deste professor que muitas vezes se vê obrigado a fazer uma adequação dos conteúdos para o curso de Enfermagem, quanto para o aluno que poderá ser beneficiado com aulas interessantes e contextualizadas.

Este produto traz, como já se mostrou, sugestões de leituras como artigos, situações-problema, vídeos, animações, exercícios e conteúdos de várias referências, dos quais o professor pode lançar mão para preparar suas aulas.

Embora tenhamos iniciado essa pesquisa com a convicção de que havia pouco material relacionado à Biofísica, que pudesse ser explorado em cursos da área de saúde, constatamos que essa hipótese não foi validada. Na verdade, encontramos muitos materiais de boa qualidade como livros, revistas, artigos, animações e sites acessíveis a todos. Porém, esses materiais encontram-se em diferentes fontes, o que demanda do professor maior tempo e esforço para selecionar os conteúdos da Biofísica para o curso de enfermagem.

Concluída a pesquisa, percebemos que o objeto de estudo escolhido é muito mais complexo do que se imaginava e demanda, por isso mesmo, a utilização de diferentes instrumentos e técnicas de coleta de dados como entrevistas e observação de aulas. Os questionários aplicados, devido às muitas respostas simplificadas e vagas dadas pelos sujeitos dos três subgrupos, não abarcam em profundidade a discussão do tema e do objeto na sua totalidade, embora tenham sido importantes para a pesquisa.

Acreditamos que a utilização de outros instrumentos e técnicas, possivelmente acrescentaria dados significativos que enriqueceriam a pesquisa e permitiriam conclusões mais precisas. Percebemos que há muito que discutir sobre o ensino da Biofísica no curso de Enfermagem, principalmente no que diz respeito à prática do professor, como por exemplo as questões que levantamos a seguir: como professor e alunos se relacionam com a disciplina, como o professor desenvolve suas aulas, se há espaço para discussão, troca de experiências, se o professor propicia uma articulação entre os conhecimentos prévios dos alunos e os conhecimentos da disciplina construídos no espaço da sala de aula.

Percebemos, ao longo da pesquisa, que há outros tópicos importantes mencionados pelos sujeitos que não foram explorados no DVD, como por exemplo, os tópicos Membranas excitáveis, potenciais e Óptica física e geométrica. Embora tenham sido citados menos vezes pelos grupos pesquisados, o ensino e discussão destes tópicos também podem contribuir para o exercício profissional do enfermeiro.

A triangulação dos dados coletados nos questionários com a bibliografia consultada permite a elaboração de algumas considerações sobre o ensino da Biofísica no curso de Enfermagem. Os dados de maior significância para esta pesquisa foram extraídos dos questionários dos enfermeiros. Conforme já se comentou no segundo capítulo, os conhecimentos prévios sobre sua prática profissional, o “saber fazer” servem de referência para que eles avaliem o que falta à sua formação e definam que conceitos e conteúdos da Biofísica devem ser ensinados no curso de Enfermagem de forma a prepará-los melhor para a prática profissional.

As respostas que os sujeitos deram às perguntas dos questionários validam, ainda que minimamente, o pensamento de CORSO (2009) no que se refere à articulação teoria/prática. 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.

Os alunos do curso de enfermagem que não atuam na área, por não terem em mente elementos da realidade concreta – a profissão do enfermeiro – não conseguem argumentar a respeito do plano curricular e das necessidades reais da prática profissional. Arriscamos a dizer que essa habilidade só poderá se efetivar a partir do momento em que eles ingressarem no estágio ou mesmo quando no exercício da profissão.

Os professores pesquisados, em sua maioria, preocupam-se com a escassez do tempo, com a perda desse tempo na explicação de conceitos que deveriam ser de domínio dos alunos que passaram pelo Ensino Médio, como mostram as respostas dos questionários. Estas respostas nos permitem inferir que ainda prevalece entre os docentes a concepção enciclopédica da disciplina que deverá ser ministrada em sua totalidade, a qualquer custo.

Entretanto, encontramos dados que acusam a existência de professores que defendem a adequação dos conteúdos, a redefinição do que seja considerado importante para a formação e a prática profissional do enfermeiro.

Por outro lado, é importante salientar que a Biofísica engloba conceitos que não são tão importantes para a enfermagem, e que, portanto, podem ser dispensáveis do ponto de vista da aplicabilidade e/ou contextualização. Cabe, portanto, ao professor e aos coordenadores dos cursos de enfermagem a tarefa de selecionar conteúdos da Física – com ênfase na Biofísica – que estejam diretamente

relacionados à prática da enfermagem. Como critica ANGOTTI (1993) é preciso um esforço no sentido de estabelecer a diferença entre o que é realmente relevante e o que é secundário, de forma a evitar os atomicismos. (ANGOTTI, 1993, p.194)

A avaliação do nosso produto pelos professores, alunos do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, indica uma boa aceitação do material, embora alguns aspectos negativos tenham sido apontados. Uma avaliação mais abrangente do produto deveria incluir a observação da utilização do DVD por professores durante a preparação e execução de suas aulas ao longo de um período de um ou dois semestres, por exemplo. Acreditamos que uma investigação detalhada deste processo, com registros observacionais e instrumentos adequados nos daria uma perspectiva bem mais ampla das possíveis lacunas ou aspectos positivos do material didático elaborado neste trabalho. Porém, a duração deste tipo de avaliação ultrapassa o tempo disponível para a conclusão desta dissertação, exigindo uma nova etapa de investigação futura.

Nosso desejo é que as reflexões que emergem, não só do diálogo com os autores, como também da análise das respostas dos sujeitos pesquisados possam acrescentar novos elementos ao estudo sobre a formação dos profissionais de saúde e contribuir para o surgimento de novas pesquisas sobre este tema.

Quanto ao produto que se disponibiliza para uso do professor de Biofísica, esperamos que seja um diferencial para o planejamento de suas aulas e objeto de consulta para o professor de Biofísica que atua no curso de Enfermagem e talvez em cursos afins.

## REFERÊNCIAS

ANGOTTI, José Andrade: Conceitos Unificadores e Ensino de Física. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, vol. 15, números ( 1 a 4), 1993.

BALZAN, N. C. . Formação de Professores para o Ensino Superior : Desafios e Experiências. In: M. A. Bicudo; Celestino A. Silva Júnior. (Org.). **Formação do Educador e Avaliação Educacional**. Campinas - SP: Alínea, 1999, v. 2, p. 173-188.

BARDIN, Laurence. **Análise do discurso**. Portugal/Lisboa: Edições 70. 2004.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio (PCNEM)**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Enfermagem, Medicina e Nutrição [legislação na Internet]. Brasília; 2001 [citado 2006 out. 14]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivo>. Acesso em: 08 set. 2010.

CAMERON, J., SKOFRONICK, J.G. **Medical physics**. New York: John Wiley & Sons, 1978.

COELHO, L.F.S., Uniformidade e Universidade no Ensino da Física Básica: os Cursos de Física para Biologia, Desenho Industrial e Farmácia. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, vol. 24, nº 1, Março, 2002.

CORSO, Gilberto. Os conteúdos das disciplinas e biofísica e física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.31, n.2, 2009, p.1-4.

CYRINO, Eliana Goldfarb e TORALLES-PEREIRA, Maria Lúcia. **Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área de saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.20, n.3, mai-jun, 2004. p.780-88.

DELIZOICOV, Demétrio. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2000.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Peres; PERNAMBUCO, Marta Maria - Ensino de Ciências: fundamentos e métodos - São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D.; SILVA, Wellington Barros da. Problemas e problematizações: implicações para o ensino dos profissionais da saúde. **Revista Ensino, Saúde e Ambiente**, v.1, n.2, p 14-28, dez.2008.

DEMO, Pedro. **Conhecer X Aprender: Sabedoria dos limites e desafios**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000, p.146

DOCUMENTÁRIO DA DISCOVERY: **(EARTH 2100) – Wild Weather Ahead. Título em português: “A Terra em Cem Anos”, 2007.** Arquivo próprio.

DURÁN, José Enrique Rodas, **Biofísica – fundamentos e aplicações.** São Paulo: Person Prentice Hall, 2003.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 2002.

GARCIA, Eduardo A. C. **Biofísica.** São Paulo: Sarvier, 2002. 387p.

GONSALVES, Elisa Pereira. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica.** Campinas, SP: Editora Alínea, 2003.

HALL, Susan J. **Biomecânica básica.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p.01.

HENEINE, I.F. **Biofísica Básica.** Ed. Atheneu, São Paulo, SP, 1990.

LEI 5540/68, da reforma universitária dos anos 90 e de seus impactos na formação do professor. Disponível em: [www.unopec.com.br/revistaintellectus/\\_Arquivos/Jul\\_Dez\\_03/PDF/ZeLuiz.pdf](http://www.unopec.com.br/revistaintellectus/_Arquivos/Jul_Dez_03/PDF/ZeLuiz.pdf). Acesso em: 11 de mar. 2008.

MASCARELLO, Paulo Bisch. **Fundamentos de Biofísica: Conceitos e Métodos de Física e Química Biológica.** 2006. Disponível em: [http://www.biof.ufrj.br/fisbio/bmw127/ativdid\\_bmw127.htm](http://www.biof.ufrj.br/fisbio/bmw127/ativdid_bmw127.htm). Acesso em: 26 dez. 2008.

MENGA, Lüdke; ANDRÈ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

NORMAN, G.R. Problem-solving skills, solving problems and problem-based learning. *Medical Educ.*, v. 22, p.279 – 286, 1988. In: DELIZOICOV, D.; SILVA, Wellington Barros da. Problemas e problematizações: implicações para o ensino dos profissionais da saúde. **Revista Ensino, Saúde e Ambiente**, v.1, n.2, p 14-28, dez.2008.

OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê Luiz; CHOW, Cecil. **Física para ciências biológicas e biomédicas.** São Paulo: HARBRA, 1986. p.306 - 309.

PENNA, A.L.A.; OLIVEIRA, F.A. Leis de escala e a dinâmica do crescimento em estruturas biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, 3301, 2008. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/303301.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2008.

RASCH, Philip J.; GRABINER, Mark D.; GREGOR, Robert J.; GARHAMMER, John. **Cinesiologia e anatomia aplicada.** 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. p.01- 03.

## APÊNDICE A: QUESTIONÁRIOS

### A.1 QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES (AS)

Mostramos aqui o questionário aplicado aos professores do curso de Enfermagem da Universidade de Itaúna.



#### Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Caro professor

Este questionário faz parte de uma pesquisa sobre **O CONTEUDO DE FISICA DO CORPO HUMANO** no Curso de Enfermagem. Solicitamos sua colaboração e desde já agradecemos as informações fornecidas. Estamos a sua inteira disposição para qualquer informação em relação à pesquisa.

Obrigado. Fábio Sander : e-mail: [sander\\_prado@yahoo.com.br](mailto:sander_prado@yahoo.com.br) - Mestrando PUC-MINAS

Nome do professor(a) entrevistado: \_\_\_\_\_

#### Formação Acadêmica

Formação:

Licenciatura     Bacharelado     Outros; Qual? \_\_\_\_\_

Em Ciências     Biologia     Física     Química     Outros;  
Qual? \_\_\_\_\_

#### Atividade profissional

Tempo na função de professor do Ensino Superior: \_\_\_\_\_ anos

**Observação:** Todas as perguntas a seguir se referem aos conteúdos de Física do Corpo Humano desenvolvidos no curso de Enfermagem.

**1) Assinale apenas três tópicos com seus respectivos itens sobre Física Biológica que você considera importante para o curso de Enfermagem?**

**Escalas em Biologia**

Crescimento de uma célula

Resistência em organismos de tamanhos diferentes

Forma e tamanho

Quais estratégias de ensino (material didático) que você (professor) acha adequado e gostaria de ter disponíveis para trabalhar os temas escolhidos na questão anterior? Indique três que você julga mais convenientes.

- apresentações power point       lâminas       vídeos       filmes
- textos       animações       objetos de aprendizagem       sites na internet
- outros \_\_\_\_\_

**Forças e Biomecânica**

Forças fundamentais e derivadas

Forças elásticas

Forças de atrito

Força muscular

Momento

Alavancas no corpo humano

Quais estratégias de ensino (material didático) que você (professor) acha adequado e gostaria de ter disponíveis para trabalhar os temas escolhidos na questão anterior? Indique três que você julga mais convenientes.

- apresentações power point       lâminas       vídeos       filmes

- textos     animações     objetos de aprendizagem     sites na internet  
 outros \_\_\_\_\_

**Energia, outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano.**

- Introdução
- Energia potencial gravitacional
- Energia potencial elástica
- Energia potencial molecular
- Outras modalidades de energia
- Lei da conservação
- Energia térmica
- Energia química
- Energia interna e razão metabólica
- Utilização de energia pelos vários órgãos do corpo humano
- Realização de trabalho externo
- Perda de calor pelo corpo
- Conservação de energia no corpo humano

Quais estratégias de ensino (material didático) que você (professor) acha adequado e gostaria de ter disponíveis para trabalhar os temas escolhidos na questão anterior? Indique três que você julga mais convenientes.

- apresentações power point     lâminas     vídeos     filmes  
 textos     animações     objetos de aprendizagem     sites na internet  
 outros \_\_\_\_\_

**Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte em um Meio Infinito**

Pressões atmosférica e hidrostática

Aplicações: variação da pressão arterial no corpo humano

Flutuação: o princípio de Arquimedes

Tensão superficial e atração capilar

Transporte em um meio infinito

Difusão: 1ª Lei de Fick

Viscosidade e difusão

Osmose: pressão osmótica

Quais estratégias de ensino (material didático) que você (professor) acha adequado e gostaria de ter disponíveis para trabalhar os temas escolhidos na questão anterior? Indique três que você julga mais convenientes.

- apresentações power point     lâminas     vídeos     filmes  
 textos     animações     objetos de aprendizagem     sites na internet  
 outros \_\_\_\_\_

### Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, Transporte Ativo

Campo elétrico: Lei de Coulomb

Potencial elétrico e energia potencial

Capacitores

Potencial de uma membrana celular

Corrente elétrica e lei de Nernst-Planck

Potenciais de Nernst e Donnan

Transporte ativo de íons: bomba de sódio-potássio

Quais estratégias de ensino (material didático) que você (professor) acha adequado e gostaria de ter disponíveis para trabalhar os temas escolhidos na questão anterior? Indique três que você julga mais convenientes.

- apresentações power point     lâminas     vídeos     filmes

- textos       animações       objetos de aprendizagem       sites na internet  
 outros \_\_\_\_\_

### Membranas Excitáveis, potenciais de ação e Eletorreceptores

Condutância elétrica e membranas excitáveis

Potencial de ação de membranas excitáveis

Potencial de ação nas fibras cardíacas

Quais estratégias de ensino (material didático) que você (professor) acha adequado e gostaria de ter disponíveis para trabalhar os temas escolhidos na questão anterior? Indique três que você julga mais convenientes.

- apresentações power point       lâminas       vídeos       filmes  
 textos       animações       objetos de aprendizagem       sites na internet  
 outros \_\_\_\_\_

### Bioacústica e Comunicação Sonora

Bioacústica, O ouvido humano, Transmissão e recepção das ondas sonora pelo ouvido

Características da percepção auditiva, A barreira do som, A voz humana

Ondas ultra-sônicas, propriedades e algumas aplicações do ultrassom, Ecolocalização

Quais estratégias de ensino (material didático) que você (professor) acha adequado e gostaria de ter disponíveis para trabalhar os temas escolhidos na questão anterior? Indique três que você julga mais convenientes.

- apresentações power point       lâminas       vídeos       filmes  
 textos       animações       objetos de aprendizagem       sites na internet

outros \_\_\_\_\_

**Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos**

Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos

Reflexão e refração da luz

Fibras ópticas

Raios de luz atravessando meios transparentes

Biofísica da visão

Olho composto de um inseto

Transmissão de luz pelo rabdoma

Fotoreceptor óptico

Princípios físicos da fotorreceptividade

O olho humano

Visão noturna

Visão da ultravioleta

Lentes e instrumentos ópticos

Formação de uma imagem

Convergência de uma lente

Lente de aumento e lupa simples

Microscópio óptico

Defeitos visuais do olho humano

Ametropias oculares

Quais estratégias de ensino (material didático) que você (professor) acha adequado e gostaria de ter disponíveis para trabalhar os temas escolhidos na questão anterior? Indique três que você julga mais convenientes.

apresentações power point     lâminas     vídeos     filmes

textos     animações     objetos de aprendizagem     sites na internet

outros \_\_\_\_\_

**2) Você consegue cumprir todo o planejamento?**

---

---

---

**3) Quais as dificuldades encontradas em cumprir o planejamento?**

---

---

---

**4) Tente justificar sua escolha pelos tópicos assinalados.**

---

---

---

**5) Espaço para qualquer comentário que desejar.**

---

---

---

---

## A.2 QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS (AS) E ENFERMEIROS (AS)

Mostramos aqui o questionário aplicado aos alunos e enfermeiros do curso de Enfermagem da Universidade de Itaúna.



**Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais**

Caro aluno,

Este questionário faz parte de uma pesquisa sobre **O CONTEÚDO DE FÍSICA DO CORPO HUMANO** no Curso de Enfermagem. Solicitamos sua colaboração e desde já agradecemos as informações fornecidas. Estamos a sua inteira disposição para qualquer informação em relação à pesquisa. Gentileza analisar esse questionário com atenção e assinalar apenas três tópicos dos assuntos abaixo. Escolha aqueles que você julga importante para sua formação acadêmica e profissional. Você poderá escolher também assuntos que você gostaria de ter estudado.

Obrigado. Fábio Sander : e-mail: [sander\\_prado@yahoo.com.br](mailto:sander_prado@yahoo.com.br) - Mestrando PUC-MINAS

Nome do aluno(a) entrevistado: \_\_\_\_\_

### Informações sobre o aluno

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

**Observação:** Todas as perguntas a seguir se referem aos conteúdos de Física do Corpo Humano desenvolvidos no curso de Enfermagem.

**1) Assinale três tópicos, com seus respectivos itens sobre Física Biológica, que você considera mais importante para o curso de Enfermagem?**

**Escalas em Biologia**

Crescimento de uma célula  
Resistência em organismos de tamanhos diferentes  
Forma e tamanho

**Forças e Biomecânica**

Forças fundamentais e derivadas  
Forças elásticas  
Forças de atrito  
Força muscular  
Momento de uma força ou torque  
Alavancas no corpo humano

**Energia, outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano.**

Energia potencial gravitacional  
Energia potencial elástica  
Energia potencial molecular  
Outras modalidades de energia  
Lei da conservação  
Energia térmica  
Energia química  
Energia interna e razão metabólica  
Utilização de energia pelos vários órgãos do corpo humano  
Realização de trabalho externo

Perda de calor pelo corpo

Conservação de energia no corpo humano

## **Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte em um Meio Infinito**

Pressões atmosférica e hidrostática

Aplicações: variação da pressão arterial no corpo humano

Flutuação: o princípio de Arquimedes

Tensão superficial e atração capilar

Transporte em um meio infinito

Difusão: 1ª Lei de Fick

Viscosidade e difusão

Osmose: pressão osmótica

## **Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, Transporte Ativo**

Campo elétrico: Lei de Coulomb

Potencial elétrico e energia potencial

Capacitores

Potencial de uma membrana celular

Corrente elétrica e lei de Nernst-Planck

Potenciais de Nernst e Donnan

Transporte ativo de íons: bomba de sódio-potássio

## **Membranas Excitáveis, potenciais de ação e Eletorreceptores**

Condutância elétrica e membranas excitáveis

Potencial de ação de membranas excitáveis

Potencial de ação nas fibras cardíacas

## □ Bioacústica e Comunicação Sonora

Bioacústica, O ouvido humano, Transmissão e recepção das ondas sonora pelo ouvido  
Características da percepção auditiva, A barreira do som, A voz humana  
Ondas ultra-sônicas, propriedades e algumas aplicações do ultrassom.

## □ Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos

Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos

Reflexão e refração da luz

Fibras ópticas

Raios de luz atravessando meios transparentes

Biofísica da visão

Fotorreceptor óptico

Princípios físicos da fotorreceptividade

O olho humano

Visão noturna

Visão da ultravioleta

Lentes e instrumentos ópticos

Formação de uma imagem

Convergência de uma lente

Lente de aumento e lupa simples

Microscópio óptico

Defeitos visuais do olho humano

Ametropias oculares

Outros \_\_\_\_\_(especificar)

**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.**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## APÊNDICE B: DADOS DOS QUESTIONÁRIOS

### B.1 JUSTIFICATIVAS DADAS PELOS PROFESSORES (AS)

Tópicos selecionados e justificativas dos professores.

Prof./profa.	Tópicos escolhidos	Respostas
A	01- Escalas em biologia. 02- Forças e Biomecânica. 03- Energia (outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano.	Afinidade com a área da saúde.
B	01-Escalas em biologia. 02- Membranas excitáveis potenciais de ação e Eletorreceptores. 03- Bioacústica e Comunicação Sonora,	Tais tópicos estão diretamente relacionados à disciplina que leciono.
C	01-Fluídos: tensão superficial capilaridade e transporte em um meio infinito. 02- Bioacústica e Comunicação Sonora. 03-Óptica física e geométrica, biofísica da visão e instrumentos ópticos.	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.
D	01- Forças e biomecânica. 02- Fluídos: tensão superficial capilaridade e transporte em um meio infinito. 03-Óptica física e geométrica, biofísica da visão e instrumentos ópticos.	Foi difícil eleger apenas três tópicos, pois existem vários que são de grande importância para o profissional desta área, mas escolhi alguns que podem ser aplicados no dia a dia dos enfermeiros (as).
E	01- Escalas em biologia. 02- Forças e biomecânica. 03- Energia (outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano.	São tópicos que fundamentam o aprendizado em outras disciplinas.
F	01- Escalas em biologia. 02- Forças e biomecânica. 03- Energia (outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano.	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.
G	01- Forças e biomecânica. 02- Bioacústica e Comunicação Sonora. 03-Óptica física e geométrica, biofísica da visão e instrumentos ópticos.	Apesar de não se relacionar com os conteúdos específicos com os quais trabalho no curso de enfermagem (embriologia e genética), julguei-os mais importantes, porque creio que facilitarão o aprendizados de áreas afins e acho que também serão de valia para o exercício profissional do enfermeiro.

H	01- Escalas em biologia. 02- Membranas excitáveis potenciais de ação e Eletorreceptores, 03-Óptica física e geométrica, biofísica da visão e instrumentos ópticos.	O curso de enfermagem é voltado para ciências humanas, onde o foco maior deve estar voltado para o aprendizado da Física envolvido com a Fisiologia e Patologia do corpo humano.
I	01- Forças e biomecânica. 02- Energia (outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano). 03-Óptica física e geométrica, biofísica da visão e instrumentos ópticos.	A escolha de um tópico por um estudioso qualquer é sempre oriunda de um melhor conceito que se tenha dele.
J	01- Escalas em biologia. 02- Energia (outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano). 03- Óptica física e geométrica, biofísica da visão e instrumentos ópticos.	Escalas em biologia: conteúdo importante, pois possibilita fundamentos para a compreensão da distância celular, bem como reação do organismo e interação celular. Energia, outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano: através desse conteúdo desenvolvemos as bases para a compreensão do processo do metabolismo e as alterações orgânicas geradas pela interação celular sujeita a ações internas e externas. Óptica Física e Geométrica: possibilita a compreensão dos processos neurais e a proveniente geração das informações captadas pelo organismo.

## B.2 JUSTIFICATIVAS DADAS PELOS ALUNOS (AS)

Justificativas dos alunos em relação a escolha dos tópicos.

1	“Temas que considero mais diretamente ligados ao curso de Enfermagem e ao conteúdo apresentado.”
2	“Como visto, os tópicos selecionados são de fundamental importância para o curso de Enfermagem, sendo as outras específicas para outras áreas e também são estudadas no ensino fundamental.”
3	“São assuntos mais importantes para atuação na área da enfermagem.”
4	“Tópicos que me lembrei e necessários para a grade de Enfermagem.”
5	“Temas mais relevantes entre os outros.”
6	“Interessei por estes temas devido ao contato que o Enfermeiro tem com secreções, fluídos no seu cotidiano.”
7	“É necessário conhecer Biologia do corpo humano e seu funcionamento para saber lidar com o ser humano e suas patologias. Da mesma maneira é importante saber sobre comunicação sonora e ótica, pelo mesmo motivo da Biologia.”
8	“Porque foram uns dos tópicos mais relevantes na formação acadêmica.”
9	“É necessário saber sobre o crescimento celular para se saber

	identificar anormalidades decorrentes ao desenvolvimento humano. As membranas excitáveis devem ser identificadas para entendermos melhor o processo de eletricidade decorrente do funcionamento de alguns órgãos.”
10	“Tópicos que me lembrei e que fazem parte do nosso cotidiano, como estagiários e futuros enfermeiros.
11	“São tópicos que remetem a informações e conhecimentos básicos necessários para entendermos o funcionamento do corpo humano.”
12	“Relacionamento ao processo fisiológico humano.”
13	“É muito importante o conhecimento sobre os processos de crescimento celular, transporte de líquidos, fluídos, capilaridades, atuando mais eficazmente na causa e conhecendo os mecanismos patológicos. A biofísica humana está em quase todos os processos biológicos.”
14	“Já que a enfermagem lida com o ser humano é de grande importância que se tenha consciência da constituição básica que são células que auxilia no entendimento de algumas doenças como o câncer. Biomecânica ajuda entender sobre articulação e membranas excitáveis e eletroreceptores são importantes para entender as conduções elétricas, o que ajuda até em matérias que o acadêmico acha que não vai precisar deste conhecimento, como a saúde mental.”
15	“É importante entender sobre o desenvolvimento celular para conseguir identificar suas alterações e optar pela melhor forma de intervenção. Energia: porque é responsável por grande parte do metabolismo do organismo. Potenciais de ação: porque todos os mecanismos celulares têm participação da membrana celular.”
16	“Sem achar que os outros tópicos não sejam importantes, acredito que estes que escolhi estejam mais atuantes dentro da enfermagem”
17	“A parte elétrica, energia, transmissão de impulsos nervosos e todo o metabolismo humano têm forte relação. Acredito que um maior conhecimento nessa área poderia, digo, me ajudar no atendimento de enfermagem.”
18	“Todos três que marquei acho que tem mais conhecimento da parte biológica. E as outras tem muita física e química, às vezes mais em um assunto.”
19	“Seria mais qualitativo à formação acadêmica implementar/implantar matérias com conteúdos proveitosos, uma vez que são várias as matérias em que não se tem algum proveito e são tão pouco interessantes e menos importantes as quais marquei nesta pesquisa.”
20	“Escolhi o que eu lembrei, foi pouco tempo estudando física do corpo humano.”
21	“Acho importante ter na grade.”
22	“Necessários para nossa formação.”
23	“Tópicos importantes para conhecer o corpo humano.”
24	“Importantes para a profissão da enfermagem.”
25	“Escolhi tais tópicos porque acho que estes fundamentos são mais utilizados na vida prática, porém os demais são também importantes.”
26	“Para melhor compreensão do funcionamento do corpo humano.”
27	“Creio que os assuntos acima assinalados, o maior conhecimento deles, pode nos ajudar no entendimento do corpo humano e até mesmo melhorar nossa atuação na prática da nossa profissão.”
28	“São itens importantes e que fizeram parte de todo um complemento para o estudo em enfermagem.”

### B.3 JUSTIFICATIVAS DADAS PELOS ENFERMEIROS (AS)

Tópicos selecionados e justificativas dos enfermeiros.

Enfermeiros(as)	Tópicos escolhidos	Respostas
A	1-Forças e biomecânica. 2-Energia e outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano. 3- Fluidos, tensão superficial, capilaridade e transporte em um meio infinito.	A enfermagem trabalha no contato com o paciente, ou seja, no cuidado, no toque. E 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 medicamento, na monitorização hemodinâmica, também usamos a física dos fluidos, tensão superficial, capilaridade e transporte.
B	1-Fluidos, tensão superficial, capilaridade e transporte em um meio infinito. 2- Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, transporte ativo. 3-Membranas excitáveis, potenciais de ação e eletorreceptores.	Considero importante o enfermeiro dominar o conhecimento sobre os processos fisiológicos que acontecem a nível molecular.
C	1-Escalas em biologia. 2- Membranas excitáveis, potenciais de ação e eletorreceptores. 3-Óptica física e geométrica, biofísica da visão e instrumentos ópticos.	Melhor detalhamento, na parte do corpo humano.
D	1-Escalas em biologia. 2- Energia e outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano. 3- Fluidos, tensão superficial, capilaridade e transporte em um meio infinito.	Matérias importantes para a enfermagem.
E	1-Escalas em biologia. 2-Membranas excitáveis, potenciais de ação e eletorreceptores. 3-Óptica física e geométrica, biofísica da visão e instrumentos ópticos.	A importância de se estudar o crescimento celular nas relações com as patologias.
F	1-Escalas em biologia. 2- Fluidos, tensão superficial, capilaridade e transporte em um meio infinito. 3- Óptica física e geométrica, biofísica da visão e instrumentos ópticos.	São tópicos, ao meu ver, importantes, que devem estar sempre em estudo.
G	1-Escalas em biologia. 2- Fluidos, tensão superficial, capilaridade e transporte em um meio infinito. 3- Membranas excitáveis, potenciais de ação e eletorreceptores.	Considero os itens assinalados mais importantes porque estão direcionados aos enfermeiros de modo geral, independente da especialidade.

## APÊNDICE C: AVALIAÇÃO

### C.1 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

#### Questionário aplicado aos professores para avaliação do material didático

1. ASSINALE O CONCEITO QUE VOCÊ DARIA AO MATERIAL:

RUIM

MÉDIO

BOM

ÓTIMO

2. VOCÊ ACHA IMPORTANTE ESTE TIPO DE MATERIAL PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES?

SIM

NÃO

3. RELACIONE OS ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DO MATERIAL APRESENTADO:

POSITIVOS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

NEGATIVOS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. RELACIONE MODIFICAÇÕES QUE PODERIAM SER FEITAS NO MATERIAL APRESENTADO, A FIM DE TORNÁ-LO MAIS ADEQUADO AO SEU JEITO DE TRABALHAR.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### C.2 RESPOSTAS DA AVALIAÇÃO

**Respostas dadas à avaliação do produto pelos professores – alunos do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática.**

Categoria	Respostas
-----------	-----------

Classificação do material	<p>Dos 20 alunos pesquisados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 13 classificaram o material como ótimo</li> <li>• 7 como bom.</li> </ul>
Aspectos positivos	<p>CATEGORIA: FÁCIL USO</p> <p>“Fácil acesso e uso”</p> <p>“Guia do usuário com sugestões de como usar.”</p> <p>“Interface amistosa para quem já lida com objeto da informática”</p> <p>“Interação com o usuário.”</p> <p>“Material muito simples de ser utilizado.”</p> <p>“De fácil visualização e interatividade.”</p> <p>“Facilidade de obter as informações estratégicas.” Fácil uso</p> <p>“Fácil manuseio.”</p> <p>“Auto aprendizagem.”</p> <p>CATEGORIA: PROBLEMATIZAÇÃO</p> <p>“Problematização”</p> <p>“Consegue inter-relacionar o conteúdo com o universo cotidiano.”</p> <p>CATEGORIA: RELAÇÃO FÍSICA/BIOLOGIA</p> <p>“Relação da Biologia com a Física... trabalho interdisciplinar”</p> <p>“Aborda de forma ampla o conteúdo tão extenso, relacionando as disciplinas de Biologia e Física, aplicadas a rotina da enfermagem.”</p> <p>CATEGORIA: CONTEÚDO</p> <p>“Grande quantidade de matérias”</p> <p>“Diversificado e ampla possibilidade de abordagem.”</p> <p>“Boa combinação entre textos imagens e animações”</p> <p>“Amplio material de pesquisa para o professor”</p> <p>“Material de grande relevância para a atividade docente”</p> <p>“Inserção de hiperlinks de forma a enriquecer o conteúdo.”</p> <p>“Possibilidade de pesquisa no referencial teórico.”</p> <p>“Grande quantidade de itens e subitens.”</p> <p>“Apresenta outras fontes e sugestões de pesquisa.”</p> <p>“Muito didático, completo... supre carências no sentido de complementar e aprimorar o conteúdo...”</p> <p>“Material muito completo para um público específico.”</p> <p>“Conceitos bem explicados nos vídeos e exemplificados.”</p> <p>“Conteúdo detalhado, vídeos e imagens referências, presença de artigos científicos para ilustrar os assuntos estudados.”</p>

	<p>CATEGORIA: VISUAL</p> <p>“Ótima visualização dos vídeos e da página como um todo”</p> <p>“Subdivisão em links/vídeos”</p> <p>“Material muito bem trabalhado, boa apresentação visual e escrita.”</p> <p>“Apresenta uma interface que chama a atenção.”</p> <p>OUTROS:</p> <p>“Utilização de vários canais...”</p> <p>“Vídeos curtos”</p> <p>“Preocupação com o aprendizado do aluno.”</p> <p>“Ótima ferramenta para o curso de Enfermagem.”</p> <p>“Objetividade, coesão.”</p>
Aspectos negativos	<p>CATEGORIA: EXCESSO DE CONTEÚDO</p> <p>“Excesso de conteúdo”</p> <p>“Muita informação”</p> <p>CATEGORIA: NENHUM COMENTÁRIO</p> <p>“Nada a comentar.”</p> <p>“Não vimos todo material para opinar sobre ele.”</p> <p>“Não tenho”</p> <p>“Nenhum”</p> <p>“Não percebi”</p> <p>CATEGORIA: DESATUALIZAÇÃO</p> <p>“Há bibliografia mais atuais para os cuidados mais específicos da enfermagem.”</p> <p>“Algumas técnicas estão ultrapassadas”</p> <p>CATEGORIA: ERROS NO MATERIAL</p> <p>“A colocação de que a quantidade N2 é a mesma dentro e fora dos alvéolos...”</p> <p>“Alguns erros visualizados no material.”</p> <p>OUTROS:</p> <p>“Alguns vídeos a qualidade baixa”</p> <p>“Visão mecanicista do corpo humano.”</p>

	<p>“Visão finalista de processos biológicos...”</p> <p>“Poucos elementos físicos...”</p> <p>“O professor para usá-lo deve ter conhecimento de informática.”</p>
Sugestões	<p>“Colocar subtítulos em destaque...”</p> <p>“Em cada aspecto abordado, tentaria introduzir mais conceitos físicos.”</p> <p>“Eliminação dos itens pela substituição por texto dissertativo.”</p> <p>“Alguns acertos em conceito e definições...”</p> <p>“Vídeos com legendas poderiam ser editados com uma narração...”</p> <p>“Após a defesa dividir com os colegas...”</p> <p>“Atualizar algumas referências bibliográficas...”</p>