

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática

Érica Estanislau Muniz Faustino

BIOFÍSICA:
elaboração de uma proposta de ensino para o curso de medicina veterinária

Belo Horizonte
2015

Érica Estanislau Muniz Faustino

BIOFÍSICA:

elaboração de uma proposta de ensino para o curso de medicina veterinária

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

Orientadora: Prof^a. Dra. Adriana Gomes Dickman

Área de concentração: Ensino de Física

Belo Horizonte

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

F268b	<p data-bbox="438 1366 1345 1489">Faustino, Érica Estanislau Muniz Biofísica: elaboração de uma proposta de ensino para o curso de medicina veterinária / Érica Estanislau Muniz Faustino. Belo Horizonte, 2015. 108 f.: il.</p> <p data-bbox="438 1523 1345 1624">Orientadora: Adriana Gomes Dickman Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.</p> <p data-bbox="438 1668 1345 1803">1. Biofísica. 2. Medicina veterinária. 3. Radioterapia. 4. Prática de ensino. 5. Aprendizagem baseada em problemas. I. Dickman, Adriana Gomes. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.</p> <p data-bbox="710 1825 973 1870">SIB PUC MINAS</p> <p data-bbox="1197 1825 1345 1870">CDU: 577.3</p>
-------	---

Érica Estanislau Muniz Faustino

BIOFÍSICA:

elaboração de uma proposta de ensino para o curso de medicina veterinária

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências e Matemática-Ensino de Física da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para o título de Mestre em Ensino de Física.

Prof.a Dra. Adriana Gomes Dickman – PUC Minas (Orientadora)

Membro: Prof.a Dra. Maria Eugênia Silva Nunes - UFOP (Banca Examinadora)

Membro: Prof.a Dra. Andréa Carla Leite Chaves – PUC Minas (Banca Examinadora)

Belo Horizonte, 31 de agosto de 2015.

Aos meus pais, João e Elza por todo incentivo
e ao Leandro pelo amor e cumplicidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar pela vida, saúde e as bênçãos em minha vida.

Ao meu marido Leandro, pelo amor, compreensão e carinho, por estar sempre do lado em todas as etapas de estudo e trabalho.

Aos meus pais João e Elza pelo amor, carinho e apoio nesta caminhada.

As irmãs Emilce, Elizabeth e Emília pela cumplicidade e por compreenderem minhas ausências.

A minha orientadora prof.a Dra. Adriana por toda atenção, carinho, paciência e ensinamentos para construir esse trabalho. Agradeço por ter guiado nos momentos de dificuldade e desânimo e ter me ensinado a amar mais a Física Biológica. E pela excelente educadora que é.

Aos colegas-amigos do curso: José Carlos, Luciana, Franklin, Jardel e Ricardo pela troca de experiências. As gargalhadas, os grupos de estudo, os almoços, sempre foram divertidos, produtivos e inesquecíveis.

A professora Roziane Michele pelas orientações no padrão de normalização.

Aos professores Lev e Maria Inês pelo trabalho e exemplo na arte de ensinar.

Aos familiares de Belo Horizonte pela acolhida. A tia Maína, Mazinho e Sandra pelo carinho e cuidado comigo em Belo Horizonte. A Samara por ser minha companhia das madrugadas de estudo e sempre ceder seu quarto para mim. Ao Izaak Lucas pelo carinho.

Aos meus alunos e colegas do curso de Medicina Veterinária da Univértix que sempre confiaram sua atenção na minha disciplina e participaram com muita dedicação na pesquisa.

Aos professores e veterinários que participaram da pesquisa com muita atenção.

Ao amigo Cristiano pelo apoio de informática. Ao amigo Pablo pela ajuda na área de veterinária. Aos amigos Erica Stoupa, Marcelo, Kelly e Daniel pelos conselhos. As amigas Dalvinha, Paula e Andreza pela paciência dos desabafos.

Aos meus sobrinhos pelo apoio. A Luana, minha Luluzinha pelas conversas, por organizar minha rotina e me ouvir sempre quando preciso.

Quando vivemos a autenticidade exigida pela prática de ensinar-aprender participamos de uma experiência total, diretiva, política, ideológica, gnosiológica, pedagógica, estética e ética, em que a boniteza deve achar-se de mãos dadas com a decência e com a seriedade. (FREIRE, 1996, p.26)

RESUMO

Nesse trabalho foi elaborada uma proposta de ensino sobre a Biofísica dos Raios X, no formato de uma sequência de atividades, composta por vídeo, simulações, discussão de artigos e demonstrações práticas da radioterapia dos Raios X, de fácil aplicação e que realçam a prática do veterinário. O produto educacional é dirigido a professores de biofísica no curso de Medicina Veterinária para ser utilizado no planejamento de suas aulas. O conjunto de atividades tem como fundamento um estudo de caso de uma situação-problema, seguindo a metodologia da Aprendizagem Baseada e Problemas. Neste referencial, o professor tem um papel de mediador no processo de ensino e aprendizagem, motivando os alunos a conhecer e compreender as situações vivenciadas na prática profissional. Para a escolha do tema foi feita uma pesquisa com profissionais e professores na área de Medicina veterinária para elaborar um material que seja importante para a formação do acadêmico, com caráter interdisciplinar e um perfil profissional. Como atividade preliminar, foi aplicado aos alunos um estudo dirigido, a partir da leitura e discussão de um artigo sobre os pré-requisitos de física necessários para estudar biofísica. Esta atividade teve como finalidade ajudar o aluno a fazer a ligação entre as disciplinas já estudadas, com a biofísica e suas aplicações na graduação. Os dados coletados por meio de um questionário contribuíram para identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Espera-se que esta proposta de ensino possa contribuir para uma formação sólida do médico veterinário, em que a teoria e a prática sejam entrelaçadas por situações comumente encontradas na prática profissional.

Palavras-chave: Ensino. Biofísica. Medicina Veterinária. Raios-X. Aprendizagem baseada em problemas.

ABSTRACT

In this work we elaborate a teaching proposal on the Biophysics of X-Rays, as a sequence of activities, consisting of video, simulations, discussion of scientific papers and practical demonstrations of X-ray radiotherapy. The activities are easy to apply and emphasize veterinarian practice. The aim of the educational product is to help biophysics teachers from Veterinary Medicine to plan their classes. The set of activities is based on a case study of a problem situation, following the Problem Based Learning methodology. In this framework, the teacher acts as a mediator in the teaching and learning process, motivating the students to become familiarized and to understand common situations of their professional life. An investigation with teachers and veterinarians was essential to choose the theme, as well as to design a teaching proposal with an interdisciplinary character and a professional profile. As a preliminary activity, we conducted a study involving the reading and discussion of a paper about the necessary background in physics to teach biophysics. The purpose of this study was to help students to connect the subjects studied previously with biophysics and its applications in veterinary medicine. The data, collected through a questionnaire, contributed to identify the prior knowledge of the students. We expect that this teaching proposal will help to provide a solid education to the veterinarian, ensuring that theory and practice are interwoven in common situations of their professional field.

Keywords: Education. Biophysics. Veterinary Medicine. X- Rays. Problem Based Learning.

LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas

CNE/CES- Conselho Nacional de Ensino/ Conselho de Ensino Superior

DCNMV - Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Medicina Veterinária

FORGRAD- Fórum de pró- Reitores de Graduação das Universidades Brasileiras

IES- Instituições de Ensino Superior

LDB - Lei de Diretrizes e Bases

MV- Medicina Veterinária

pH- potencial hidrogeniônico

PUC Minas - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

UNIVERTIX - Faculdade Vértice

SUS - Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Medicina Veterinária.....	25
2.2 O Curso de Medicina Veterinária da Univértix.....	27
2.3 Referencial teórico	28
2.3.1 Breve histórico.....	29
2.3.2 Aprendizagem Baseada em Problemas	30
2.4 ABP, as diretrizes e a proposta de ensino	33
3 PERCURSO DA PESQUISA	35
3.1 Escolha do tema.....	35
3.1.1 Elaboração do instrumento de pesquisa	35
3.1.2 Público-alvo.....	36
3.1.3 Análise dos dados coletados.....	37
3.2 Análise do estudo dirigido aplicado para os alunos do curso.....	44
3.3 Seleção de atividades e estratégias de ensino.....	52
3.3.1 Escolha da situação-problema	53
3.3.2 Escolha dos artigos	54
3.3.3 Escolha da simulação.....	55
3.3.4 Escolha do vídeo.....	56
3.3.5 Escolha dos modelos experimentais	56
3.4 Estrutura do produto.....	56
4 PRODUTO EDUCACIONAL	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS.....	81
APÊNDICE A - Questionário aplicado aos professores do curso de Medicina Veterinária.....	87
APÊNDICE B - Questionário aplicado aos Veterinários (as)	91
APÊNDICE C- Professores pesquisados: formação e tempo de atuação na docência.....	95
APÊNDICE D- Formação acadêmica, experiência e tempo de atuação dos veterinários pesquisados	97
APÊNDICE E- Respostas dos professores para questões 2, 3	99
APÊNDICE F- Respostas dos veterinários para as questões 2, 3.....	101
APÊNDICE G: Questionário do estudo dirigido aos alunos do curso de Medicina Veterinária	103
ANEXO A - Resumo da Matriz Curricular do Curso de Medicina Veterinária da Univertix.....	105
ANEXO B- Competências e Habilidades Gerais e Específicas das DCNMV	107

1 INTRODUÇÃO

As relações entre os modelos educacionais atuais do ensino superior e a atuação profissional são preocupações sociais vigentes. Essa discussão remete à questão de como desenvolver um grande volume de conhecimentos técnico-científicos em sala de aula e por outro lado, trabalhar habilidades e competências necessárias para promover uma formação acadêmica que atenda às demandas do campo profissional.

Diante deste cenário, surge o desafio para trabalhar o ensino de física, principalmente quando este ocorre em contextos diversos da área das Ciências Exatas. Santiago (2005) discute essa reflexão com um questionamento:

Como deve ser o ensino de física em nível de graduação, para alunos de faculdades correlatas, que propicie uma tomada de consciência da importância do conteúdo, para que no futuro possa lhe permitir escolhas autônomas e maduras nos caminhos profissionais que desejam seguir? (SANTIAGO, 2005, p. 2).

A necessidade de uma abordagem diferenciada surge da atenção efetiva, cada vez mais presente no meio acadêmico, em relação ao avanço de métodos de pesquisa, construção de equipamentos mais sofisticados para a saúde e o meio ambiente que se baseiam em princípios físicos. Ainda nesta perspectiva, segundo Coelho (2002):

As aplicações de Física na Biologia e nas suas áreas limítrofes, como a Bioquímica, Biofísica e a Ecologia matemática, vão do uso de moléculas orgânicas marcadas com átomos radioativos até o uso de satélites com sensoriamento remoto de ecossistemas terrestres. (COELHO, 2002, p. 51-52).

Desta maneira, várias áreas do conhecimento estão inter-relacionadas com a física, cujos conteúdos básicos são necessários para a compreensão de equipamentos, técnicas de medição, dentre outros. Exigindo, assim, uma discussão mais detalhada desta disciplina.

Entretanto, Santiago (2005) afirma que a maioria dos alunos chega ao ensino superior com uma herança do ensino médio muito deficiente, ou seja, com a visão de uma física descontextualizada do dia a dia, além de um ensino pobre em recursos didáticos experimentais. Em suas palavras (SANTIAGO, 2005, p.1): “nos

últimos anos tem-se refletido e tentado detectar as possíveis causas que levam a aprendizagem de ciências físicas alvo do crescente desinteresse por parte dos alunos do ensino médio e superior.” Dentre as dificuldades do aluno tem-se a contextualização dos conceitos físicos que no ensino médio é discutida de forma distante da realidade ou simplesmente não é discutida, a falta de interdisciplinaridade nas disciplinas para analisar situações-problemas provenientes de fenômenos da natureza presentes no dia a dia. Assim, não há compreensão por parte do discente sobre a aplicação dos conteúdos das disciplinas na faculdade. Ainda de acordo com Santiago (2005):

Do ponto de vista dos alunos, não é incomum que as disciplinas do ciclo básico pareçam desprovidas de significados objetivos para a formação do seu futuro profissional, esse aspecto em muitas vezes, se torna um dos pontos geradores de desinteresse por essas disciplinas e comprometendo gravemente o aprendizado necessário. (SANTIAGO, 2005; p.1).

Em uma revisão de literatura encontram-se muitos trabalhos de pesquisa que mostram experiências que discutem como os conteúdos de física são apresentados em disciplinas da Biologia e outras áreas correlatas e a organização dessas disciplinas principalmente no ensino superior.

Constata-se, no geral, a importância de um estudo interdisciplinar da física em sala de aula. Azevedo et al. (2007) apresentam em seu trabalho, que a combinação de física e arte em aulas de ciências propicia dinâmica no ensino a partir de discussões sobre cor, luz e formação de imagens. Os alunos adquirem uma formação científica e cultural e aplicam esta conexão em seu cotidiano.

Na perspectiva ambiental, Leodoro e Santos (2007) mostram que “o desafio da educação ambiental no ensino de física implica em promover a problematização da ciência enquanto agente de contribuição ao estado crítico do ambiente contemporâneo”. (LEODORO; SANTOS, 2007, p.2). Ou seja, compreender o ambiente e suas transformações pode auxiliar no diagnóstico e no tratamento de doenças que acometem o ser vivo. Além disso, “contribui na percepção dos avanços científicos e tecnológicos envolvidos na produção, transformação e consumo de energia e seus impactos na degradação ambiental” (LEODORO; SANTOS, 2007, p.8).

Em relação à arquitetura e urbanismo, Donoso e Ramos (2005) destacam que “ensinar física para estudantes de arquitetura requer adaptar o conteúdo e os

métodos de ensino de forma que o aluno desenvolva interesse ao relacionar este conteúdo à sua prática específica na arquitetura” (DONOSO; RAMOS, 2005, p.1) e complementam com a análise de conteúdo e a forma de estudá-lo:

A abordagem adotada nesta disciplina exige uma cuidadosa preparação do material, sobretudo na escolha dos exemplos a serem trabalhados em sala de aula e as atividades a serem propostas para trabalho em grupo. O ensino de física para arquitetura passa a ser considerado como uma tarefa de construção, exigindo certa dose de criatividade por parte do professor de forma a estimular o interesse dos estudantes pela matéria, conscientizando-os da importância dela na sua formação. (DONOSO; RAMOS, 2005, p.2)

Santini e Terrazzan (2004) confirmam a discussão da abordagem de conteúdos como uma responsabilidade fundamental do professor quando discutem o uso de equipamentos agrícolas para o ensino de física:

Acredito que a forma de abordar estes conteúdos e o estabelecimento de relações entre eles e o universo dos que participam da aprendizagem é o maior desafio dos professores. A prática do professor deve configurar-se como uma metodologia de ensino que contextualiza e põe em ação o aprendizado. (SANTINI; TERRAZZAN, 2004, p.3).

Na área de saúde, na física aplicada a Enfermagem, Guimarães; Dickman; Chaves (2014, p.1) afirmam que: “as relações entre as áreas do conhecimento se modificam, reestruturando para produzir novos conhecimentos.” Essa discussão é um parâmetro para um problema. Existem materiais para auxiliar o trabalho docente em cada área específica da Física aplicada à Biologia? Guimarães; Dickman; Chaves (2014) mostram que:

Embora seja possível encontrar vários livros de biofísica cujo conteúdo atende as necessidades de vários cursos na área de saúde, é difícil encontrar um direcionado para um determinado curso, em especial o de enfermagem. (GUIMARÃES; DICKMAN; CHAVES, 2014, p.1-2).

Diante deste contexto o trabalho de Guimarães; Dickman; Chaves (2014) apresenta a discussão, a partir de uma sondagem realizada com enfermeiros, professores e alunos do curso, de quais conteúdos de Biofísica devem ser trabalhados com enfermeiros para sua formação teórico-prática, além da construção de um *website* para discutir os tópicos selecionados relacionando-os com a atividade profissional do enfermeiro. Guimarães, Dickman e Chaves (2014) comentam:

O objetivo do *website* “biofísica aplicada à enfermagem” é re-significar e contextualizar o ensino de conceitos da biofísica, sobretudo aqueles com os

quais os enfermeiros lidam no cotidiano da sua profissão, de modo a promover a articulação teoria/prática. Busca-se promover a aproximação do aluno com a realidade da profissão e com os limites e possibilidades de seu futuro campo de ação, ajudando-o a compreender questões centrais que permeiam o campo da saúde. (GUIMARÃES; DICKMAN; CHAVES, 2014, p.7).

No curso de Medicina Veterinária os desafios são similares. Os conteúdos de biofísica compõem a estrutura curricular do curso, sendo, uma das disciplinas do ciclo básico para formação do acadêmico. É importante destacar o olhar para a relevância do estudo da Biofísica considerando os conhecimentos científicos e saberes sobre o mundo que estão em constante expansão, especificamente os conhecimentos relacionados ao curso de Medicina Veterinária, devido ao desenvolvimento das tecnologias de diagnóstico e tratamento dos animais, manejo, esterilização e produção de alimentos voltados para a saúde preventiva, com ligação também a outras disciplinas no curso que precisam mensurar: “grandezas como tamanho, consumo energético, velocidade de voo ou tempo de batimentos cardíacos.” (CORSO, 2009, p.4). Porém, percebe-se que as dificuldades conceituais dos alunos em relação à física aplicada à biologia são evidentes.

De acordo com a experiência da autora deste trabalho como professora de Biofísica no curso de Medicina Veterinária desde agosto de 2010, percebe-se a falta de um material didático específico para este curso. Logo, o professor produz seu próprio material para ser utilizado de acordo com a ementa da disciplina. Isso provoca um trabalho exaustivo na compilação dos dados, resultando na maioria das vezes em conteúdos fragmentados e descontextualizados, em geral, retratando a realidade dos livros apresentados na ementa da disciplina.

Uma análise dos livros disponíveis mostra que o livro de Biofísica de autoria do Durán (2003) é que o apresenta maior conexão dos conteúdos na área, mas a discussão tem como base um tratamento matemático avançado, acima do nível dos acadêmicos, pois estes não fazem a disciplina de Cálculo no curso. Outros autores como GARCIA (2002), HENEINE (2006), CAMERON (1978) e OKUNO; CALDAS e CHOW (1982) tratam uma Biofísica voltada para a área de saúde, ligada principalmente à anatomia e fisiologia humana, com poucos ou nenhum exemplo de aplicações na morfologia de outros animais.

Tal constatação justifica a intenção de produzir um material de apoio para o professor de Biofísica a partir da realidade apontada pelo médico veterinário seja

acadêmico, professor do curso ou profissional.

A motivação para desenvolver este trabalho é a dificuldade para preparar materiais para essa área, o que poderia ajudar os professores na elaboração das aulas e aos alunos a desenvolver um gosto pela disciplina, tendo consciência da importância desta na sua formação e atuação no mercado de trabalho.

Portanto, o objetivo deste trabalho é elaborar uma proposta de ensino para auxiliar os professores nas aulas de Biofísica para a Medicina Veterinária. Para isto, foi feita uma pesquisa com profissionais e professores na área de Medicina veterinária para elaborar um material que seja importante para a formação do acadêmico de maneira interdisciplinar, relacionado com outras disciplinas estudadas no curso, bem como sua aplicação no mercado de trabalho. Neste contexto, apresentamos atividades problematizadoras seguindo a proposta do referencial teórico da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

No próximo capítulo discutem-se as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de Graduação em Medicina Veterinária para compreender o perfil do egresso no curso. Em seguida é feita uma discussão sobre a metodologia da ABP adotada como referencial teórico deste trabalho.

No capítulo 3 apresenta-se o percurso da pesquisa, com o tipo de pesquisa realizada e a trajetória da investigação. É feita a análise dos dados coletados na sondagem, são discutidas as etapas para a construção do produto da pesquisa, incluindo a aplicação de um estudo dirigido aos alunos de Biofísica do curso de Medicina veterinária.

No capítulo 4 é apresentada a proposta de ensino organizada em forma de um caderno de atividades com estudo de caso, vídeo, simulações, modelos experimentais, estudo de artigos, com orientações de utilização para o professor alinhadas na proposta do referencial teórico.

Nas considerações finais é feita uma conexão do problema inicial com a avaliação dos resultados encontrados a partir da reflexão sobre a importância de estudar Biofísica no curso de Medicina Veterinária com uma discussão de conteúdos direcionada para área. Nos apêndices A, B e G são listados os questionários aplicados aos professores e aos veterinários, além do estudo dirigido aplicado aos alunos do curso. Nos apêndices C e D destacam-se a formação acadêmica, a experiência profissional, e, nos apêndices E e F a relação das respostas dadas as questões abertas pelos professores e veterinários.

Nos anexos são apresentadas a matriz curricular do curso de Medicina Veterinária da faculdade onde foi feita a pesquisa e as competências e habilidades gerais das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Medicina Veterinária (DCNMV).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são discutidas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de Medicina Veterinária e a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas. A compreensão do perfil do egresso no curso, juntamente com o referencial teórico deste trabalho serviram de base para orientar a elaboração do produto educacional.

2.1 Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Medicina Veterinária

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Medicina Veterinária trouxeram perspectivas que vão além da formação de profissionais que irão atuar na preservação da saúde humana por meio da atenção à saúde dos outros animais. Assim, a formação do profissional requer métodos e instrumentos de ensino que visam uma formação básica voltada para competências e habilidades do desenvolvimento intelectual permanente devido aos desafios do mercado de trabalho.

O histórico das Diretrizes Curriculares Nacionais da Medicina Veterinária (DCNMV) tem como referência a Constituição Federal de 1988, a Lei Orgânica do Sistema Único de Saúde (SUS), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), o Plano Nacional de Graduação do Ensino Superior do Fórum de Pró-Reitores de Graduação das Universidades Brasileiras (FORGRAD) de maio de 1999, dentre outros documentos. Ainda, em outro momento, a comissão elaborou o parecer do Conselho Nacional de Educação (CNE) e Conselho de Ensino Superior (CES) 583/2001 (BRASIL, 2002), com atualização da resolução no ano de 2003, sobre o perfil do egresso/profissional, competências e habilidades, e conteúdos curriculares.

Em um âmbito geral, as DCNMV recomendam contemplar elementos de alicerce em cada área do conhecimento, campo do saber ou profissão, visando promover no estudante a competência do desenvolvimento intelectual e profissional autônomo e permanente (BRASIL, 2002, p.2). O documento inclui orientações para a elaboração de currículos pelas Instituições de Ensino Superior (IES), que têm liberdade na estruturação da carga horária em unidades de estudo, respeitando a carga horária definida para estágios curriculares, resultando em uma formação

ampla para atuar em vários campos da profissão.

Baseado nas DCNMV, o perfil do médico veterinário é voltado para atuar na área de saúde e meio ambiente. O profissional tem formação generalista apto a atender nos campos da saúde animal e clínica veterinária, na saúde pública, a partir da “inspeção de produtos de origem animal, produção e reprodução animal e proteção ao meio ambiente” (BRASIL, 2002, p.3), dentre outros. Estas atividades requerem do acadêmico “a atenção quanto ao desenvolvimento da capacidade de pensar, elaborar juízos e de articulação com os conteúdos e demais estilos.” (PFUETZENREITER; ZYLBERSZTAJN, 2004 p. 359).

As disciplinas no curso para formação do médico veterinário devem ser elaboradas com base nos três conteúdos essenciais das DCNMV que são:

- a) Ciências Biológicas e da saúde - apresentam as disciplinas teóricas e práticas de base molecular e celular dos processos de saúde e doença ligados a medicina veterinária;
- b) Ciências humanas e sociais - abrangem conteúdos voltados para a formação social, cultural na relação indivíduo e sociedade, profissional e mercado de trabalho; ligado à comunicação da gestão das novas tecnologias;
- c) Ciências da Medicina Veterinária - englobam conteúdos teóricos e práticos relacionados à saúde e doença em aspectos de diagnóstico e tratamento de doenças de animais como aspectos de epidemiologia no planejamento da saúde, controle de zoonoses, saneamento ambiental, na produção e controle de produtos de origem animal. Dentro desta área englobamos a zootecnia e produção animal, inspeção e tecnologia de produtos de origem animal, clínica veterinária, medicina veterinária preventiva e saúde pública.

O professor, apoiado no projeto pedagógico, é agente mediador do processo ensino-aprendizagem na questão de cuidar da promoção desse conhecimento que possui um caráter cultural e social. Vale ressaltar que a permanência dos mesmos currículos e/ou conteúdos das disciplinas ao longo do tempo sem atender às mudanças sociais e tecnológicas acarretam na falta de estruturação do curso ou disciplina que deve ser voltada para uma aprendizagem autônoma orientada para a prática do futuro profissional. Ou seja, de acordo com as DCNMV:

Dentro da perspectiva de assegurar a flexibilidade, a diversidade e a qualidade da formação oferecida aos estudantes, as diretrizes devem estimular o abandono das concepções antigas e herméticas das grades curriculares, de atuarem, muitas vezes, como meros instrumentos de transmissão de conhecimento e informações, e garantir uma sólida formação básica, preparando o futuro graduado para enfrentar os desafios das rápidas transformações da sociedade, do mercado de trabalho e das condições de exercício profissional. (BRASIL, 2002, p.2).

A disciplina de Biofísica, que é foco deste trabalho, está agrupada na área de Ciências Biológicas e da Saúde, e é discutida no ciclo básico do curso de Medicina Veterinária, como é indicado nas DCNMV:

Incluem-se os conteúdos (teóricos e práticos) de base moleculares e celulares dos processos normais e alterados, da estrutura e função dos tecidos, órgãos, sistemas e aparelhos, bem como processos bioquímicos, biofísicos, microbiológicos, imunológicos, genética molecular e bioinformática em todo desenvolvimento do processo saúde-doença, inerentes à Medicina Veterinária (BRASIL, 2002, p. 10).

Assim, os conteúdos de biofísica têm um papel essencial na formação do veterinário principalmente, se é discutida de forma interdisciplinar relacionando conteúdos de física com aspectos do funcionamento dos sistemas biológicos ligados ao animal. Desta maneira, concorda-se com Corso (2009, p.2) ao afirmar que: “a disciplina deve ser adaptada à realidade de cada curso.”

2.2 O Curso de Medicina Veterinária da Univértix

A estrutura curricular do curso de MV, no qual foi realizada a pesquisa, tem uma carga horária total de 4680 horas com unidades de ensino de forma modular, com aulas práticas de Anatomia Veterinária, Biologia Celular e Molecular, Histologia Geral e Embriologia, Fisiologia, Bioquímica e Biofísica com carga horária entre 60 e 120 horas compondo o ciclo básico; e disciplinas específicas no decorrer do curso na área de clínica, laboratório e cirurgia, com um total de 80 horas. Além disso, apresenta 440 horas de estágios supervisionados e 200 horas de atividades complementares, voltados para a articulação da teoria e prática valorizando o processo de ensino e aprendizagem, pesquisa, extensão e avaliação acadêmica. O tempo mínimo de curso são dez períodos e máximo de 15 períodos, com períodos letivos de 100 dias com funcionamento no turno diurno. No anexo A apresentamos

um resumo da Matriz Curricular do curso com as disciplinas e cargas horárias para os acadêmicos que iniciaram o curso a partir do ano de 2011.

O curso de MV da Univértix atende às orientações das DCNMV nos aspectos das competências e habilidades gerais e específicas propostas, a distribuição dos conteúdos curriculares, estágios e atividades complementares e articulação de ensino e aprendizagem por uma equipe de professores multiprofissional para atender a formação básica e para favorecer o exercício da profissional do egresso do curso.

Nesta proposta, a disciplina de Biofísica, que tem sido lecionada pela autora deste trabalho, tem carga horária de 60 horas, sendo 40 horas de aulas teóricas e 20 horas de aulas práticas. A ementa do curso consiste nos seguintes tópicos: base de unidades, grandezas, escalas e representação gráfica na área biológica; a estrutura da célula e seus fluidos; água, solutos, radiação eletromagnética; balanço de energia; estrutura das membranas; o transporte de moléculas através da membrana; a bioquímica e fisiologia da contração muscular. As metodologias de ensino são distribuídas em aulas expositivas dialogadas, seminários, atividades de pesquisa, estudos dirigidos, trabalhos em grupo, além de aulas práticas no laboratório. Os trabalhos interdisciplinares dos conteúdos ligados às áreas de Anatomia, Fisiologia, Biologia Celular e Bioquímica, são apresentados em forma de seminários e artigos dirigidos pelo professor. As aulas práticas discutem as unidades de medidas ligadas as dimensões de forma e tamanho, grandezas e escalas, as transformações de energia, difusão, osmose e pH, os mecanismos da biomecânica e contração muscular dos animais.

2.3 Referencial teórico

O referencial teórico deste trabalho baseia-se na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), caracterizada por um processo que ensina por meio da problematização de situações do cotidiano, e, além disso, é capaz de “[...] estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e da solução de problemas e a aquisição de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão”. (RIBEIRO, 2010, p.13).

Na atualidade é crescente a necessidade de acompanhar a evolução dos modelos técnicos e científicos de modo que os alunos possam aplicar os

conhecimentos adquiridos no mercado de trabalho sem obsolescência. Ou seja, é preciso rever a metodologia de um ensino tradicional centrado no professor, baseado em aulas expositivas que privilegia a reprodução do conhecimento dirigido apenas para avaliações. Esse modelo extrínseco não prepara acadêmicos críticos e aptos a enfrentar mudanças rápidas nos postos de trabalho. Neste sentido, busca-se um ensino centrado no aluno com aprendizagem independente, contextualizada e de forma interdisciplinar.

Assim, são apresentadas aos alunos situações-problema com a finalidade de estudar e compreender determinados conteúdos. Tais problemas são elaborados por um grupo tutorial centrado em um módulo temático que seleciona os temas essenciais à proposta curricular do curso.

Uma melhor compreensão do referencial teórico e da escolha feita para orientar a elaboração do produto educacional deste trabalho é obtida por meio de uma breve discussão da origem da ABP.

2.3.1 Breve histórico

A origem da ABP ocorreu no fim da década de 1960 na Escola de Medicina na Universidade de MacMaster (Canadá), de acordo com um método desenvolvido na Escola de Direito na Universidade de Harvard (EUA) na década de 1920 e no modelo desenvolvido na Universidade Case Western Reserve (EUA) para o ensino de medicina nos anos 1950 (SCHMIDT, 1993 apud RIBEIRO, 2010, p.14). Esse método teve como essência “a insatisfação dos alunos ao grande volume de conhecimento irrelevante na prática médica.” (RIBEIRO, 2010. p.14). Outro fator relevante para a ABP foi ter como fundamento “todo aprendizado na discussão de casos clínicos de papel como forma de motivar e mobilizar o aluno para solucionar problemas reais.” (RODRIGUES NETO, 2011. p.80).

No Brasil, as instituições pioneiras na adoção da metodologia ABP foram a faculdade de Medicina de Marília (FAMEMA), A Universidade Estadual de Londrina (UEL) e a Escola de Saúde Pública do Ceará (CYRINO; TORALLES-PEREIRA, 2004. p. 783). Os novos conhecimentos adquiridos com essa metodologia seriam usados para aquisição de habilidades, “como exercício intelectual e nas práticas de laboratório e/com os pacientes.” (BERBEL, 1998, p.151).

No contexto histórico, a ABP tem como fundamento um ensino inovador que

ultrapasse a abordagem tradicional centrada na transmissão de conteúdos de forma expositiva pelo professor. Segundo Berbel (1998, p.152), a ABP baseia-se nos “princípios da Escola Ativa, do Método Científico, de um Ensino Integrado e Integrador dos conteúdos, dos ciclos de estudo e das diferentes áreas envolvidas, em que os alunos aprendem a aprender e se preparam para resolver problemas relativos à sua futura profissão”. Assim, segundo Cyrino e Toralles-Pereira (2004, p. 783), a ABP é “considerada uma das mais significativas inovações na área médica nos últimos anos permitindo a aprendizagem de conteúdos cognitivos e a integração entre as disciplinas”.

Segundo Aguiar (2001, p.161), “a educação médica tradicional, centrada no professor, deixa a desejar na preparação de profissionais críticos e aptos a lidar com mudanças rápidas e constantes na base do conhecimento.” Assim, surge a necessidade de um currículo inovador e interdisciplinar. “Ao investigar a ABP em cursos de áreas de saúde, [Cyrino e Toralles-Pereira (2004)] concluíram que este tipo de proposta favorece a integração das disciplinas, além da motivação baseada na prática profissional, diminuindo a distância entre o curso e a clínica.” (GUIMARÃES; DICKMAN; CHAVES, 2014, p.2).

Para Toledo Júnior et al. (2008, p.124-125): “o grande aumento do volume de conhecimento médico tornou virtualmente impossível ensinar todo conteúdo tradicional durante o curso”; pois, houve o desenvolvimento e o aumento da complexidade tecnológica na prática clínica. Portanto, torna-se necessário contextualizar as disciplinas e os conteúdos para que teoria e prática tenham sentido. A teoria deve ser o aporte para o desenvolvimento intelectual do acadêmico e a prática deve se basear na sua atuação profissional.

2.3.2 Aprendizagem Baseada em Problemas

Segundo Ribeiro, pode-se definir a aprendizagem baseada em problemas como:

uma metodologia de ensino-aprendizagem colaborativa, construtivista e contextualizada na qual situações-problema são utilizadas para iniciar, direcionar e motivar a aprendizagem de conceitos, teorias e desenvolvimentos de habilidades e atitudes no contexto da sala de aula. (RIBEIRO, 2010, p. 10).

A ABP como metodologia de ensino-aprendizagem está pautada no pressuposto de que o conhecimento prévio em relação a um assunto é percebido na análise inicial do problema. Apesar de não ser um tipo de metodologia nova, a ABP pode ser considerada inovadora por conseguir interagir e incorporar princípios e elementos de várias teorias educacionais em diferentes atividades. Essas atividades variam de acordo com a área de conhecimento e o contexto de situações-problema apresentadas para os alunos antes da introdução das teorias e conceitos para sua solução.

De uma forma ampla, a ABP tem por objetivo (1) desenvolver o raciocínio clínico e a capacidade do aluno de resolver problemas; (2) melhorar a aquisição, a retenção e o uso do conhecimento; (3) aproximar os conteúdos das ciências básicas e clínicas; (4) estimular o aprendizado autodirigido por parte do aluno; (5) estimular seu interesse pelo assunto ou conteúdo abordado; e (6) estimular estratégias mais eficazes de aprendizagem desses conteúdos (BORDAGE, 1994; SCHMIDT, 1993 apud SILVA e DELIZOICOV, 2005, p.3).

Nesta perspectiva, Azevedo (2004, p.21) destaca que as atividades investigativas na construção do conhecimento não podem se “limitar apenas ao trabalho de manipulação e observação, elas devem também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar[...]”. Isso evidencia uma necessidade dos cursos de graduação em explorar novas formas de trabalhar a exposição do conhecimento que geralmente é centrada no professor.

Para Boud e Feletti, citado em Ribeiro (2010):

Os problemas da vida real são tão importantes quanto simulações da prática profissional para motivar a investigação da sala de aula [...] os alunos podem se beneficiar de fazer algo valoroso para outras pessoas, supervisionados de forma adequada e orientados de modo a garantir que seja uma experiência significativa. (BOUD; FELETTI apud RIBEIRO, 2010, p.116).

E mediante ao exposto, permitir aos alunos “a oportunidade de evocar seus métodos de solução de problemas e conhecimentos conceituais, expressar suas ideias e compartilhar a responsabilidade de administrar atividades, promovendo visões diferentes sobre o problema.” (RIBEIRO, 2010, p.18).

Como pioneira neste processo, a área de saúde tem a ABP como metodologia, pois, é “uma estratégia de ensino muito utilizada no ensino superior na área de

saúde” (GUIMARÃES; DICKMAN; CHAVES, 2014). Isso permite uma contextualização baseada em problemas futuros típicos no exercício profissional do acadêmico. Assim, várias áreas do conhecimento utilizam a metodologia da ABP de modo que o processo de ensino-aprendizagem seja independente, estimulado e recompensado por um currículo temático, interdisciplinar e voltado para a realidade no mercado de trabalho.

Pode-se verificar como exemplo, a aplicação da ABP a cursos de Engenharia como discutido por Ribeiro e Mizukami (2004):

Uma área particularmente afetada por essas transformações é o ensino de engenharia, pelo fato de abrigar grande parte do conhecimento com aplicação imediata. Seus efeitos mais visíveis são o aumento do volume de conhecimentos e sua rápida obsolescência, o que obriga os engenheiros a continuamente reaprenderem sua profissão. (RIBEIRO; MIZUKAMI, 2004 p.90).

Outro exemplo de aplicação desta metodologia, agora na área de Ciências humanas, no curso de Administração, que de acordo com Souza (2012):

o professor precisa promover situações que levem os alunos à reflexão e que exijam soluções diferentes já que quando entrarem no mercado de trabalho serão colocados frente a frente com inúmeros problemas que irão solicitar a capacidade argumentativa, autonomia e participação, colaboração entre outras habilidades que esta metodologia permite desenvolver. (SOUZA, 2012, p.15).

Os exemplos citados ilustram a preocupação dos cursos de graduação em formar profissionais atentos às exigências do mercado de trabalho por profissionais mais dinâmicos, com capacidade de intervenção e resolução de problemas nos postos de trabalho. Neste contexto, encontram-se em acordo com as competências e habilidades de atenção à saúde em que:

cada profissional deve assegurar que sua prática seja realizada de forma integrada e contínua com as demais instâncias do sistema de saúde. Sendo capaz de pensar criticamente, de analisar os problemas da sociedade e de procurar soluções para os mesmos. (BRASIL, 2002, p.3).

Além disso, em relação à tomada de decisões:

o trabalho dos profissionais de saúde deve estar fundamentado na capacidade de tomar decisões visando o uso apropriado, eficácia e custo efetividade, da força de trabalho, de medicamentos, de equipamentos, de procedimentos e de práticas. Para este fim, os mesmos devem possuir competências e habilidades para avaliar, sistematizar e decidir as condutas mais adequadas, baseadas em evidências científicas. (BRASIL, 2002, p.3).

Quando o professor utiliza a ABP, é necessária a participação ativa dos alunos

nas atividades; a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos; bem como a disponibilidade do professor para organizar as atividades; e a aprovação da instituição de ensino. Uma vez que as atividades são bastante diversas das aulas tradicionais.

2.4 ABP, as diretrizes e a proposta de ensino

Opta-se neste trabalho pela ABP com base nas reflexões de Freire (1996) e Ribeiro (2010) e as características dessa metodologia utilizada em diferentes cursos das áreas de Ciências da saúde, Ciências humanas e Ciências exatas.

Acredita-se que a ABP é uma estratégia de ensino capaz de “contextualizar os conteúdos de Biofísica” (Guimarães et.al., 2014) voltados para formação do veterinário. Em razão, a ABP segundo Cyrino e Toralles-Pereira (2004):

Pode ser considerada como eixo principal do aprendizado teórico de um currículo médico, objetivando o aprendizado de conteúdos cognitivos e a integração de disciplinas. Propõe-se a um trabalho criativo do professor que estará preocupado não só com o “que”, mas essencialmente, com o “por que” e “como” o estudante aprende. (CYRINO e TORALLES-PEREIRA 2004 p.783).

Além de preocupar em fomentar como se ensina e como se aprende, a ABP apresenta uma conexão com o perfil do médico veterinário proposto pelas DCNMV discutidas anteriormente, evidenciando uma proposta para os egressos em:

Dominar conhecimentos científicos básicos da natureza biopsicossocioambiental subjacentes à prática médica, necessários para um exercício profissional não-autoritário, capaz de negociar condutas e intervenções a partir da escuta atenta das perspectivas de pacientes, famílias e comunidades. (AGUIAR, 2001, p.162).

O curso de Medicina veterinária tem apresentado formas de aplicar esta metodologia a partir do estudo de casos clínicos utilizando manequins de animais. Segundo a professora Gisleine Eimantas (2014) em entrevista concedida a redação do Boletim da Academia Paulista de medicina Veterinária (APAMVET), este tipo de metodologia:

substitui o aprendizado passivo por um processo de avaliação, decisão e correção de erros que transfere o foco do paciente (ou problema) para o aluno. Além de complementar o conhecimento teórico e a habilidade técnica, desenvolve no aluno capacidade de trabalho em equipe, tomada de decisões e liderança. (EIMANTAS, 2014, p.15).

O produto educacional desenvolvido neste trabalho apresenta questões problematizadoras a partir do estudo de caso de conteúdos de física biológica aplicados à rotina do veterinário, da relação entre as disciplinas de formação do acadêmico propiciando cada vez mais cedo um contato com a realidade da atuação profissional. Tomando-se sempre o cuidado de fazer escolhas, que de acordo com Berbel (1998, p.146) garantam ao aluno um currículo que “[...] estude situações suficientes para se capacitar a procurar o conhecimento por si mesmo quando se deparar com uma situação problema ou um caso clínico”.

Desta maneira, espera-se que uma proposta de ensino baseada na ABP possa contribuir para uma formação sólida do médico veterinário, em que a teoria e a prática sejam entrelaçadas por situações comumente encontradas na prática profissional.

3 PERCURSO DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentadas as etapas para realização do trabalho e elaboração do produto da pesquisa. Nesta fase, são discutidos os passos seguidos para a escolha do tema, elaboração do instrumento de pesquisa, população pesquisada, análise dos dados, e a seleção de atividades e recursos didáticos.

3.1 Escolha do tema

Com a revisão da literatura em fontes de pesquisa na área de saúde e Medicina veterinária, buscou-se uma orientação inicial sobre quais os conteúdos deveriam ser trabalhados em Biofísica para o curso de Medicina Veterinária. Assim, aplicou-se questionários, nos quais foram indicados temas geralmente estudados em Biofísica, com intuito de promover a escolha de tópicos por veterinários e professores do curso, que favoreçam a relação entre a área de Medicina Veterinária e a atividade profissional do acadêmico.

3.1.1 *Elaboração do instrumento de pesquisa*

Para delimitar o tema abordado no produto educacional foram adotados nesta pesquisa dois questionários de sondagem, semiestruturados, compostos de perguntas fechadas e abertas: um para os professores do curso de Medicina Veterinária (Apêndice A) e outro para os veterinários (Apêndice B).

Para a definição dos temas e tópicos utilizados na pesquisa, foram escolhidos aqueles abordados nos livros de Biofísica adotados no ensino superior (CAMERON, 1978; DURÁN, 2003; GARCIA, 2002; HENEINE, 2006; OKUNO; CALDAS e CHOW, 1982).

A sondagem visa selecionar conteúdos comuns nas áreas em que os profissionais ensinam e atuam, a partir da eleição dos principais tópicos que fazem a conexão entre a Biofísica e outras disciplinas, com justificativa para formação acadêmica e para o mercado de trabalho.

O modelo de questionário elaborado para o professor investiga a formação acadêmica, titulação e tempo de experiência na docência. Além disso, aborda a

eleição dos principais tópicos e itens de Biofísica que o professor julga importante. Contudo, apresenta perguntas de ordem didática que alcançam a justificativa dos tópicos assinalados e a ligação direta com a disciplina que leciona.

O questionário para o veterinário apresenta uma estrutura semelhante ao dos professores, entretanto, na formação acadêmica o profissional deve listar o tempo e a área de atuação profissional; e a justificativa dos tópicos assinalados deve ser feita de acordo com a sua relação com o campo de trabalho.

3.1.2 Público-alvo

O público alvo pesquisado foi dividido em dois grupos: professores e veterinários. Participaram da pesquisa 18 pessoas sendo doze professores e seis veterinários. Os docentes compõem o curso de Medicina Veterinária da Faculdade Vértice¹ (Univértix). Os professores foram convidados para participar da pesquisa por meio de contatos presenciais, mas os questionários foram enviados por correio eletrônico. Os veterinários são donos de clínicas veterinárias e consultórios na região de Manhuaçu- MG e de Belo Horizonte- MG. Os profissionais foram convidados por contato presenciais e por correio eletrônico, porém muitos pediram o questionário impresso e a presença da autora do trabalho para responder o questionário.

De acordo com os dados, cinco professores têm bacharelado em Medicina Veterinária com mestrado na sua área de atuação, e experiência profissional entre dois meses e quatro anos de docência. Além disso, na área de Saúde e Ciências da Vida tem-se um professor bacharel em Farmácia, mestre, com tempo de docência de 7 anos e um professor com bacharelado em Zootecnia, mestre, com 10 anos de docência. Professores de outras áreas, mas que atuam no curso de MV também participaram da pesquisa.

Um quadro com mais detalhes das informações sobre a formação acadêmica e o tempo de atuação docente, provenientes do questionário está no apêndice C. Foi escolhida a letra P seguida dos numerais cardinais para identificar os professores preservando o anonimato.

¹ Localizada na cidade de Matipó-MG, a 175 km da capital do estado (Belo Horizonte), sendo o centro de uma região constituída de 19 cidades. A faculdade Vértice, com oito anos de funcionamento, possui oito cursos de graduação e seis cursos técnicos profissionalizantes. Possui um moderno Hospital Veterinário de 5000 m² de área construída em uma área de 8 hectares.

Os veterinários que participaram da pesquisa todos possuem bacharelado em Medicina Veterinária. Apenas um é mestre, outros três possuem especialização em clínica cirúrgica. Quatro veterinários têm experiência superior a dez anos, chegando a 25 anos de profissão, enquanto que os outros dois têm experiência máxima de dois anos.

O quadro no apêndice D aponta as características dos veterinários como o tempo de atuação no mercado de trabalho e formação acadêmica provenientes do questionário. Foi escolhida a letra V seguida dos numerais cardinais para identificar os entrevistados e preservar o anonimato.

3.1.3 Análise dos dados coletados

Foi realizada uma análise dos dados coletados para identificar quais tópicos e itens relacionados da física biológica que os docentes que participaram da pesquisa julgam mais importante para o curso de Medicina veterinária.

Dentre os doze professores entrevistados, três não responderam o questionário (P10, P11, P12), justificando no *email* de resposta ao questionário que sua formação acadêmica e as disciplinas que ministram no curso, não permitem a eleição de tópicos sobre biofísica porque discutem aspectos sociais, econômicos e tecnológicos para formação básica de todos acadêmicos independente do curso no ensino superior.

Observa-se que os tópicos mais apontados pelos professores foram Biofísica das Radiações e Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte no Meio Infinito, com oito indicações cada. Os tópicos: Escalas em Biologia, Energia, outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano; Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, Transporte Ativo e Fenômenos Ondulatórios tiveram sete indicações cada. Estes resultados e os demais tópicos escolhidos podem ser observados no quadro 1.

Quadro 1 - Tópicos de Biofísica indicados pelos professores.

Tópicos	Número de indicações
Biofísica das Radiações.	8
Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte no Meio Infinito.	8
Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, Transporte Ativo.	7
Energia, outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano.	7
Escalas em Biologia.	7
Fenômenos Ondulatórios.	7
Forças e Biomecânica.	6
Membranas Excitáveis, potenciais de ação e Eletorreceptores.	6
Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos.	5

Fonte: Dados da pesquisa.

A maneira como o questionário foi montado fez com que houvesse vários modos de ler e interpretar os resultados, pois os professores poderiam marcar os tópicos ou os subtópicos relacionados, o que provocou uma divergência na contagem das escolhas. A nossa interpretação foi feita da seguinte maneira: ao ter um subtópico selecionado, mesmo se o tópico relacionado não tiver sido marcado, entende-se que o professor selecionou este tópico. Assim, para cada tópico, há vários subtópicos relacionados que foram indicados pelos professores. No quadro 2 listamos os subtópicos mais votados e seu número de indicações.

Quadro 2 - Subtópicos de Biofísica indicados pelos professores.

Tópicos	Subtópicos mais votados	Número de indicações
Biofísica das Radiações.	Conceitos básicos sobre radiação	8
	Aplicação das radiações na saúde e no meio ambiente	7
	Efeitos das radiações	6
Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte no Meio Infinito.	Osiose: pressão osmótica.	8
Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, Transporte Ativo.	Transporte ativo de íons: bomba de sódio-potássio	7
Energia, outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano.	Energia interna e razão metabólica	7
Escalas em Biologia.	Crescimento de uma célula	7
Fenômenos Ondulatórios.	O ultrassom e seu uso na medicina.	7
Forças e Biomecânica.	Força muscular	6
Membranas Excitáveis, potenciais de ação e		

Eletrorreceptores.	Potencial de ação nas fibras cardíacas	6
Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos.	Lentes e instrumentos ópticos	5
	Raios de luz atravessando meios transparentes	
	Reflexão e refração da luz;	

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 2 do questionário solicita que os professores justifiquem os itens assinalados na primeira questão. Oito professores responderam essa questão, legitimando suas escolhas. O quadro no apêndice E1 apresenta as respostas dadas pelos professores.

Verifica-se que, os professores P1, P3 e P9 relacionaram a Biofísica com a Fisiologia. Neste sentido vale destacar a justificativa do professor P9 que diz: “*Todos os itens analisados e assinalados têm relação direta com a fisiologia animal e vegetal, levando em conta todas as relações físicas e químicas.*”

Os professores P2, P5, P6, P7, relacionaram a Biofísica em destaque com a biofísica das radiações. O professor P5 diz:

a biofísica das radiações está mais ligada à disciplina de saúde pública que ministro, quanto ao seu potencial risco biológico e à microbiologia de alimentos, que embora não seja dada como disciplina isolada em veterinária como em outros cursos, como na farmácia, é visto dissipado em outras disciplinas.

O professor P7 destacou: “*Fenômenos ondulatórios e biofísica das radiações: conteúdos de base para a disciplina de diagnóstico por imagem na Medicina Veterinária.*”

O professor P4 disse que os conteúdos “*estão ligados apenas indiretamente*”. Tal resposta é justificada pelo fato do professor ministrar a disciplina de Redação Técnica, que compõe uma das disciplinas do núcleo comum da estrutura curricular de todos os cursos de graduação.

A questão 3 solicita que o professor relacione os tópicos assinalados com a disciplina que leciona, seguido de explicações a respeito da escolha. As respostas dadas pelos professores encontram-se na íntegra no apêndice E2.

Os professores P1, P3, P6, P7, destacam a relação da Biofísica com a disciplina que ministram justificando sua aplicação como conteúdos de conhecimento básico e entendimento prático nas outras disciplinas do curso. A fala do professor P7 ilustra este fato: “*Todos os itens assinalados são áreas do*

conhecimento básico de importância para o entendimento e melhor aproveitamento das disciplinas profissionalizantes.”

O professor P5 defendeu os tópicos e suas aplicações nas disciplinas básicas como Microbiologia e Imunologia para a funcionalidade do trabalho em laboratório. Abordou também a importância de conhecer os aspectos físicos do funcionamento de equipamentos de imagens, diagnóstico e esterilização para fins alimentícios e laboratoriais. O professor P5 destaca:

“Escalas em Biologia”, para as disciplinas básicas de Microbiologia e Imunologia são importantes. Segundo, “Fluidos”, principalmente pressão osmótica como sendo um dos mecanismos de controle microbiano e equilíbrio celular. Transporte ativo de íons, importante na sobrevivência de toda célula viva. “Óptica Física”, importante para uma visão geral da funcionalidade de vários instrumentos de rotina laboratorial. “Fenômenos ondulatórios”, no que diz respeito à utilização do ultrassom em diagnóstico por imagem. “Biofísica das radiações”, de relevância no diagnóstico por imagem, mecanismo utilizado para esterilização de alimentos e produtos laboratoriais, além do potencial risco biológico.

A questão 4 pede que os professores apresentem seus comentários e outras opiniões que julgarem pertinentes mediante o preenchimento do questionário. Apenas dois professores responderam essa questão. O professor P2 abordou a questão ambiental e sua ligação com áreas ligadas à saúde do animal, afirmando que:

é importante salientar que minhas disciplinas estão relacionadas às questões ambientais como climatologia, bioclimatologia e também a nutrição animal. Como disse no início não sou veterinária e sim zootecnista, mas, também tive Biofísica 1 e 2.

O professor P4, da área de Ciências humanas, apresenta um comentário em relação ao trabalho com uma disciplina básica, mas, que aponta subsídios para outras disciplinas como a Biofísica: *“Sendo professora de disciplina do núcleo comum, “Redação técnica e metodologia da ciência”, meu papel no curso é dar base aos alunos para conseguirem êxito nas outras disciplinas”.*

Em relação aos veterinários, este grupo respondeu às mesmas questões que os professores, contudo, sua finalidade, além de eleger os conteúdos de Biofísica mais importantes na visão dos veterinários, foi definir qual a importância de tais tópicos na sua atuação profissional.

Na questão 1 do questionário foi proposto que cada profissional enumerasse

o item e o subitem que julgasse importante. A partir das respostas dadas pelos veterinários, foram elaborados quadros para analisar os tópicos mais assinalados deste grupo. O quadro 3 mostra os resultados desta análise.

Quadro 3: Tópicos de Biofísica indicados pelos veterinários.

Tópicos	Número de indicações
Biofísica das Radiações	6
Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte no Meio Infinito	6
Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, Transporte Ativo	5
Fenômenos Ondulatórios	5
Membranas Excitáveis, potenciais de ação e Eletorreceptores	5
Energia, outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano	4
Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos	4
Força e Biomecânica	4
Escalas em Biologia	3

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se no quadro 3 que os tópicos mais assinalados são: Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte no Meio Infinito e Biofísica das radiações com seis indicações cada, seguidas de: Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, Transporte Ativo; Membranas Excitáveis, Potenciais de ação e Eletorreceptores; e Fenômenos Ondulatórios com cinco indicações cada.

No quadro 4 listamos os tópicos e os subtópicos indicados pelos veterinários que foram mais votados.

Quadro 4 - Subtópicos de Biofísica indicados pelos veterinários.

Tópicos	Subtópicos mais votados	Número de indicações
Biofísica das Radiações.	Efeitos biológicos das radiações	6
	Proteção radiológica	6
	Conceitos básicos sobre radiação;	5
	Tipos de radiação e suas características	5
Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte no Meio Infinito.	Osmose: pressão osmótica.	6
Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, Transporte Ativo.	Transporte ativo de íons: bomba de sódio-potássio	5
Energia, outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo humano.	Conservação da energia no corpo tiveram quatro indicações cada.	4
	Perda de calor pelo corpo	4
	Utilização de energia pelos vários órgãos do corpo	4
Escalas em Biologia.	Crescimento de uma célula	3

	Resistência em organismo de tamanhos diferentes	3
	Forma e tamanho	1
Fenômenos Ondulatórios.	Efeitos biológicos do ultrassom	5
	Geração e detecção das ondas ultrassônicas	5
	Formação de imagens;	5
	O ultrassom e seu uso na medicina	5
Forças e Biomecânica.	Força muscular	4
	Momento de uma força	2
	Alavancas	2
Membranas Excitáveis, potenciais de ação e Eletorreceptores.	Condutância elétrica e membranas excitáveis	4
Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos.	Biofísica da visão;	4
	Lente de aumento e lupa simples	4

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 2 solicita que o veterinário justifique sua escolha pelos tópicos assinalados. As respostas dadas pelos veterinários nesta questão encontram-se no apêndice F1. Os veterinários V1, V3 e V6 justificaram suas escolhas baseados na rotina clínica-cirúrgica. O veterinário V3 diz: *“Minha escolha foi baseada na rotina clínica cirúrgica.”* E o veterinário V6 destacou: *“Todos os itens assinalados são utilizados de uma forma ou outra no dia a dia da clínica veterinária. Tanto para o diagnóstico, quanto para o entendimento do caso, como para a escolha do melhor tratamento”.* Vale ressaltar que os dois veterinários assinalaram tópicos ligados a equipamentos médico-hospitalares devido à sua rotina clínica.

Os veterinários V2 e V4 destacaram a compreensão e entendimento de equipamentos. O veterinário V2 escreveu: *“São todos inerentes à compreensão total da clínica e seus auxiliares, como meios de diagnóstico de imagem, bioproteção, mecanismos fisiológicos e aplicações cirúrgicas.”*

A questão 3 solicita que o veterinário relacione os tópicos assinalados com o campo de trabalho, mostrando as evidências para ligação dos itens e a atuação profissional, seguido de justificativas a respeito da escolha. As respostas dadas a esta questão estão no apêndice F2.

No geral, os veterinários abordaram o uso de equipamentos no diagnóstico em exames clínicos para tomada de decisões a respeito de um tratamento. O veterinário V6 destacou:

A questão celular é importante para se entender o comportamento das doenças. A questão das alavancas contribui para boas decisões durante uma cirurgia ortopédica que é rotina na medicina veterinária. As questões relacionadas aos raios-X são de extrema importância, pois, é um exame de rotina na veterinária. Todos devem saber usá-lo e principalmente se proteger dos seus efeitos indesejáveis.

Além, disso o V6 realçou a importância em conhecer e saber trabalhar com os raios-X para proteção radiológica individual, do paciente e do ambiente. O veterinário V5 foi o único que não respondeu a esta questão.

Na questão 4 foi proposto aos veterinários comentar o que julgassem pertinente ao questionário e aos tópicos discutidos. Apenas os veterinários V2 e V6 responderam. O veterinário V2 escreveu: *“Maior atenção para a proteção radiológica [...], biofísica da visão (muito importante na compreensão da oftalmologia), potencial de ação de fibras cardíacas”*. O veterinário V6 destacou: *“Tentar fazer a biofísica mais atrativa para os estudantes de veterinária! É importante mas, os alunos precisam saber dessa importância.”* O veterinário V6 relata ainda a preocupação e a atenção que os professores devem ter com as disciplinas do ciclo básico, principalmente a Biofísica, pois nesta fase do curso o aluno ainda não tem conhecimento técnico para julgar os conteúdos como relevantes, e os conteúdos estudados serão pré-requisitos para outras disciplinas e ações práticas no curso.

A questão 5 solicita que cada veterinário acrescente qualquer tópico que não está no questionário e ele julgue importante. O veterinário V2 destaca o tópico processos físicos de esterilização de instrumentos e materiais. Os demais entrevistados não responderam essa questão.

Diante da análise dos dados, pode-se inferir que os tópicos mais voltados pela população pesquisada para o estudo e seleção de conteúdos para o produto educacional é Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte no Meio Infinito e Biofísica das Radiações. Mediante as respostas listadas pelos veterinários e professores e a experiência da autora do trabalho sobre uso de equipamentos médico-hospitalares em Biofísica optou-se em elaborar uma proposta de ensino sobre o estudo dos raios-X na medicina veterinária, analisando seus aspectos teóricos e práticos. Esse tema pode conectar o aluno de forma interdisciplinar a outras disciplinas que estão sendo estudadas no ciclo básico do curso quanto para as disciplinas do ciclo profissionalizante.

3.2 Análise do estudo dirigido aplicado para os alunos do curso

Nesta seção analisam-se as respostas dadas pelos alunos do terceiro período de Medicina Veterinária ao estudo dirigido que foi aplicado durante a apresentação da disciplina de Biofísica no início do primeiro semestre de 2014 a uma turma composta por 61 alunos.

A atividade no formato de estudo dirigido é guiada a partir da leitura e discussão do artigo “Os conteúdos da biofísica e a física” (CORSO, 2009) seguida pela aplicação de um questionário. Vale ressaltar que o estudo dirigido é preliminar e os discentes terão o primeiro contato com a disciplina a partir do texto, pois o professor só menciona os conteúdos estudados no curso na aula seguinte. A atividade tem a finalidade de ajudar o aluno a fazer a ligação entre as disciplinas já estudadas, com a biofísica e suas aplicações na graduação, uma vez que no artigo são abordados os conteúdos das disciplinas de biofísica e física que são oferecidos nos cursos de graduação da área da saúde e ciências da vida. Segundo Corso:

Na descrição dos conteúdos da disciplina enfocamos três aspectos: a necessidade de ensinar biofísica para entender fisiologia, a relação entre os conteúdos de biofísica e o maquinário médico hospitalar e os pré-requisitos de física necessários ao estudo de biofísica. (CORSO, 2009, p.2)

O estudo dirigido, com dez questões discursivas, encontra-se no apêndice G. As questões de uma maneira geral foram elaboradas para que o aluno amplie sua visão em relação às aplicações da biofísica, como também para identificar a existência de conhecimentos prévios, pois segundo a metodologia da ABP: “Os docentes que valorizam os conhecimentos prévios dos alunos, buscam encorajar a iniciativa do aluno.” (RIBEIRO, 2010, p.38).

As questões 1, 2, 5, 6 e 7 propõem aos alunos que identifiquem e citem as possíveis aplicações da biofísica na área de saúde, em relação à fisiologia, a importância da biofísica e dos equipamentos biomédicos, além de fazer uma abordagem sobre as três áreas da física médica apresentadas no texto, visando, de acordo com Corso (2009, p.2), mostrar que as disciplinas devem ser adaptadas à realidade de cada curso.

As questões 3 e 4 propõem identificar, a partir de uma pesquisa, o conhecimento do aluno sobre a lei de Bernoulli e impedância acústica, reconhecidas

como conteúdos importantes da dinâmica dos fluidos para compreender processos biofísicos e que não são discutidos no ensino médio (CORSO, 2009). Nesta mesma linha, a questão 8 pede aos alunos que listem as grandezas físicas do artigo afim de identificar os conhecimentos prévios estudados em física anteriormente.

Nas questões 9 e 10 solicitam-se uma discussão do aluno sobre a aplicação da biofísica na área de medicina veterinária, além de um posicionamento em relação à importância da biofísica voltada para a saúde ou para o meio ambiente. A intenção dessas questões é despertar a relevância da biofísica na formação acadêmica do aluno e atenção para o avanço das tecnologias de equipamentos médicos a serviço da medicina.

Optou-se pela Análise de Conteúdo para analisar as respostas dos alunos ao questionário. A análise dos dados consistiu em uma abordagem qualitativa a partir da análise do conteúdo na proposta de Bardin (2011) que delimita as bases da descrição e preparação do material, a interferência ou dedução e a interpretação. Para Bardin (2011) é necessário descobrir os diferentes núcleos de sentido e realizar um agrupamento em classes e categorias. Na perspectiva de Bardin (2011) a análise do conteúdo é:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens. (BARDIN, 2011, p.48).

Assim, as respostas das questões foram classificadas em categorias definidas de acordo com a natureza das respostas dadas pelos alunos e agrupadas em quadros. Os quadros apresentam as categorias e o número de respostas dadas pelos alunos em ordem decrescente.

Muitas respostas mostram que os alunos escreveram respeitando o texto do artigo e em algumas questões houve respostas incoerentes com a pergunta da atividade, mas, em número muito pequeno.

A questão 1 solicita que o aluno cite as aplicações da biofísica na área de saúde. Das seis categorias quantificadas, 45 alunos listaram a adaptação à realidade de cada curso com o maior número de respostas, pois o texto estudado faz um paralelo listando a importância da biofísica de acordo com cada curso de graduação. Os equipamentos biomédicos são listados em seguida, com 29

respostas, devido aos avanços tecnológicos dos maquinários médicos para diagnóstico e tratamentos de doenças. As outras categorias, mostradas no quadro 1 listadas em menor número, são mais específicas aos exemplos do texto.

Quadro 1: Exemplos da natureza das respostas dadas pelos alunos para as aplicações da biofísica na área da saúde.

Categorias	Natureza das respostas
Adaptação à realidade de cada curso (45 alunos)	Na fisioterapia ensina-se interação do infravermelho com a matéria pensando na aplicação desta radiação no aquecimento dos tecidos do corpo humano.
Equipamentos biomédicos (29 alunos)	Na área da saúde é vista muitas vezes, a reboque do maquinário biomédico.
Entender a fisiologia (11 alunos)	A necessidade de se ensinar biofísica para se entender fisiologia.
Calorimetria animal (5 alunos)	Aquecimento a partir do infravermelho para tratamento animal.
Interpretação de exames (1 aluno)	Diagnósticos rápidos a partir da interpretação de exames.
Mapeamento de uma futura doença (1 aluno)	A biofísica pode ser aplicada no mapeamento de uma futura doença onde as vibrações de um determinado órgão são confrontadas com medidas padronizadas.

Fonte: Elaborado pela autora.

A questão 2 questiona por que a fisiologia necessita tanto dos conhecimentos de biofísica. As respostas de 43 alunos foram enquadradas na categoria que relaciona os sistemas circulatórios e respiratórios com os conceitos e aplicações de dinâmica dos fluidos. Outra categoria, conteúdos do ensino médio, com 31 respostas identificadas, ressalta a importância de aprofundar os conteúdos do ensino médio para a compreensão da fisiologia. Pelas respostas dadas pelos alunos, percebe-se que muitos não estudaram dinâmica dos fluidos no ensino médio. A categoria inserção nos cursos de Medicina foi apontada por 12 alunos. As respostas retratam, exatamente como é apresentada no texto, a importância de estudar biofísica como suporte ao ensino de fisiologia. As demais categorias identificadas são ligadas ao funcionamento do organismo e compreensão da biomecânica.

Quadro 2: Exemplos da natureza das respostas dadas pelos alunos para justificar a necessidade de conhecimentos de biofísica para entender a fisiologia.

Categorias	Natureza das respostas
Sistemas circulatório e respiratório (43 alunos)	Compreender os conhecimentos de dinâmica dos fluidos. Entender a Lei de Bernoulli e a transição do regime laminar e turbulento; Compreender a velocidade do sangue para entender a queda de pressão e o que é viscosidade.

Conteúdos do ensino médio (31 alunos)	Entendimento dos sistemas circulatório e respiratório de dinâmica dos fluidos que não são sequer mencionados no ensino médio.
Inserção nos Cursos de Medicina (12 alunos)	Dar suporte ao ensino de fisiologia o qual por si só, justificaria sua inserção nos cursos de medicina.
Respostas incoerentes (6 alunos)	A necessidade de se ensinar biofísica para entender fisiologia e biofísica e o maquinário médico e os pré-requisitos de física necessários à biofísica.
Entender o funcionamento do organismo (4 alunos)	Porque é essencial que se entenda a biofísica para em seguida entender a fisiologia.
Biomecânica (1 aluno)	Alavancas na compreensão da biomecânica do sistema esquelético muscular.
Impedância Acústica (1 aluno)	Para entender a recepção das ondas sonoras.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na questão 3 pede-se que os alunos façam uma pesquisa sobre a lei de Bernoulli e citem uma aplicação. Foram listadas três categorias, aplicação no corpo humano em que 32 alunos apresentaram o conceito e aplicação da lei de Bernoulli nos sistemas circulatório e respiratório; lei de Bernoulli, em que 23 alunos apresentaram apenas o conceito relacionado; e aplicações gerais em que 23 alunos apresentaram outros tipos de aplicações da lei de Bernoulli, como em chaminés ou na sustentação de aviões.

Quadro 3: Exemplos da natureza das respostas dadas pelos alunos sobre a lei de Bernoulli.

Categorias	Natureza das respostas
Aplicação no corpo humano (32 alunos)	Entender os sons pulmonares e cardíacos. Também relacionado ao sistema circulatório.
Lei de Bernoulli (23 alunos)	Descreve o comportamento de um fluido movendo-se ao longo de uma linha corrente e traduz para fluidos o princípio da conservação da energia. É expressa que em um fluido ideal em regime de circulação por um conduto fechado, a energia que o fluido possui permanece constante ao longo do seu percurso.
Aplicações gerais (23 alunos)	O escoamento dos fluidos em chaminés; a pressão do ar para sustentar o avião.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na questão 4 pergunta-se o que é impedância acústica e pede-se um exemplo com base no artigo. Foram identificadas três categorias, como mostrado no quadro 4. Na categoria conceito de impedância acústica 52 alunos escreveram apenas o conceito de impedância acústica, sem citar nenhum exemplo. Na categoria respostas incoerentes, que enquadra as respostas de 13 alunos, vê-se que alguns confundiram o conceito de impedância com pressão, ou apenas citaram a unidade de medida incorreta, dentre outras. Na categoria exemplo do artigo, dez alunos

usaram o exemplo dado no texto para exemplificar o conceito de impedância acústica.

Quadro 4: Exemplos da natureza das respostas dadas pelos alunos sobre impedância acústica.

Categorias	Natureza das respostas
Conceito de impedância acústica (52 alunos)	É a resistência ou a dificuldade do material à passagem de som.
Respostas incoerentes (13 alunos)	Impedância acústica numa superfície específica de um meio de ondas sonoras é considerada como a força por unidade de área sobre a superfície dividida pelo fluxo desta. É dado em ohms.
Exemplo do artigo (10 alunos)	O corpo humano é constituído principalmente de água, que possui uma impedância acústica muito maior do que o ar, devido à isto, a maior parte da energia da onda sonora vinda do meio externo é refletida no ouvido ao invés de ser transmitida para dentro do crânio.

Fonte: Elaborado pela autora.

A questão 5 pede que os alunos, de acordo com artigo, diferenciem as três áreas que são abordadas dentro da física médica. Nas respostas apresentadas, apenas duas categorias foram identificadas, extrato do artigo, em que 57 alunos copiaram exatamente a parte do texto referente à questão e quatro alunos que não souberam localizar esta discussão no artigo e, citaram tópicos de biofísica como área da física médica.

Quadro 5: Exemplos da natureza das respostas dadas pelos alunos sobre as três áreas da Física Médica.

Categorias	Natureza das respostas
Extrato do artigo (57 alunos)	Divide-se em três grandes áreas, a saber: radioterapia, radiodiagnóstico e a medicina nuclear. A primeira é exclusivamente terapêutica enquanto as outras duas estão na ponta das técnicas de imageamento.
Tópicos de Biofísica (4 alunos)	Biologia molecular, dinâmica das populações leis alométricas.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na questão 6 os alunos deveriam citar o que é mais importante no aprendizado de biofísica de acordo com o texto. Nas respostas foram listadas cinco categorias em que: 26 alunos listaram sobre os equipamentos no diagnóstico de doenças; 24 alunos responderam o entendimento da fisiologia, 20 alunos responderam sobre pré-requisitos de tópicos da física, entre outras respostas citadas no quadro 6.

Quadro 6: Exemplos da natureza das respostas dadas pelos alunos sobre o que é mais importante no aprendizado de biofísica no artigo.

Categorias	Natureza das respostas
Equipamentos (26 alunos)	Ensina-se biofísica também para que os profissionais da saúde possam operar instrumentos médicos sofisticados onde se destacam os aparelhos de imageamento; O século XX assistiu a um aumento exponencial no desenvolvimento das tecnologias médicas.
Entendimento da Fisiologia (24 alunos)	Dar suporte ao ensino de fisiologia, o qual, por si só, justificaria sua inserção em cursos de Medicina.
Tópicos da física (20 alunos)	A ressonância magnética é ainda mais sutil, pois para seu entendimento é necessário usar ideias quânticas como spin de partículas nucleares e interação do spin com campos magnéticos oscilantes. Para se ensinar biofísica são necessárias longas discussões da natureza e um saber fenomenológico de física.
Interface com várias áreas da saúde (14 alunos)	A maior parte dos artigos publicados em revistas especializadas de biofísica está relacionada à biologia molecular.

Fonte: Elaborado pela autora.

A questão 7 pede para discutir a importância dos equipamentos na área de bioengenharia na instrumentação médica e ainda pergunta se a biofísica tem papel relevante neste contexto. Três categorias foram identificadas nas respostas: instrumentação médica, em que, 46 alunos listaram a importância de equipamentos de bioengenharia voltados para instrumentação médica; sete alunos listaram a aplicação em cada curso e cinco alunos apresentaram respostas incoerentes com a questão.

Quadro 7: Exemplos da natureza das respostas dadas pelos alunos sobre a importância dos equipamentos na área de bioengenharia na instrumentação médica.

Categorias	Natureza das respostas
Instrumentação médica (46 alunos)	Funcionamento de uma UTI; Potenciais elétricos; Eletrocardiograma; Instrumentos de medida.
Aplicação em cada curso (7 alunos)	De acordo com o texto o uso do infravermelho no curso de fisioterapia.
Respostas incoerentes (5 alunos)	Sim, porque ela explica a reação de funcionamento energia, força, quantidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

A questão 8 solicita que os alunos identifiquem pelo menos três grandezas físicas no texto e citem sua importância no estudo de biofísica. Nas sete categorias identificadas, 59 alunos, ou seja, a grande maioria, destacaram as grandezas da

mecânica em suas respostas, seguidas pela categoria grandezas da hidrostática e hidrodinâmica, com 23 respostas, 13 alunos citaram tópicos de biofísica, classificados como respostas incoerentes, e outras categorias que são apresentadas no quadro 8.

Interessante notar que, apenas 14 alunos citaram a importância das grandezas físicas junto com a grandeza listada. As justificativas das grandezas elaboradas pelos alunos foram de modo a exemplificar a grandeza. Um dos alunos justificando a opção de listar velocidade escreveu:

velocidade é importante pela relação entre o deslocamento de um corpo em determinado tempo e pode ser considerada uma grandeza que mede quão rápido se desloca o corpo como por exemplo a velocidade das ondas sonoras que se propaga no ar. (Fonte: questionários respondidos pelos alunos do curso de Medicina Veterinária, 2014).

Outro aluno justificou em sua resposta as grandezas pressão e força: “entender a queda e o aumento da pressão do sistema circulatório; pressão osmótica no funcionamento dos rins; entender a força que o ar exerce no ouvido” (Fonte: questionários respondidos pelos alunos do curso de Medicina Veterinária, 2014).

Outro fator relevante refere-se às grandezas listadas nas categorias pelos alunos, algumas não estavam no texto do artigo, logo percebe-se que os alunos não se restringiram apenas às grandezas citadas no texto, como, por exemplo, tamanho, massa e consumo energético. Observou-se uma atenção especial para a aplicação de tais grandezas na área de Medicina veterinária, pois o curso visa uma formação profissional para trabalhar com animais de pequeno e grande porte e essas grandezas na maior parte das respostas foram listadas.

Quadro 8: Exemplos da natureza das respostas dadas pelos alunos na identificação três grandezas físicas do texto e sua importância no estudo de biofísica.

Categorias	Natureza das respostas
Grandezas da Mecânica (59 alunos)	Tempo; Velocidade; Consumo energético; Tamanho; Massa.
Grandezas da hidrostática e da hidrodinâmica (23 alunos)	Pressão; Pressão osmótica; Tensão superficial; Viscosidade.
Respostas incoerentes	Biologia molecular;

(13 alunos)	Dinâmica das populações; Leis alométricas.
Grandezas da Eletricidade (10 alunos)	Corrente elétrica; Campo elétrico.
Grandezas da ondulatória (8 alunos)	Som e acústica.
Grandezas de termometria (4 alunos)	Temperatura; Calor.

Fonte: Elaborado pela autora.

A questão 9 solicita que o aluno depois da leitura do artigo, dê sua opinião em relação à importância da biofísica na profissão do veterinário. A partir das respostas foram identificadas três categorias, sendo que 41 alunos destacaram a compreensão do uso dos instrumentos médicos tanto para o laboratório clínico quanto para o diagnóstico e tratamento médico. Outros 19 alunos listaram a importância da compreensão da fisiologia, e quatro alunos apresentaram respostas incoerentes à questão.

Quadro 9: Exemplos da natureza das respostas dadas pelos alunos sobre à importância da biofísica na profissão do veterinário.

Categorias	Natureza das respostas
Uso dos instrumentos médicos (41 alunos)	O laboratório clínico; O diagnóstico e tratamento médico.
Compreensão da fisiologia (19 alunos)	A importância da biofísica para compreender melhor a fisiologia da espécie a ser estudada.
Respostas incoerentes (4 alunos)	Conhecimento para entender o funcionamento biológico.

Fonte: Elaborado pela autora.

A questão 10 pergunta aos alunos o que é mais importante na disciplina: a biofísica voltada para saúde ou para o meio ambiente. Das três categorias listadas, 36 alunos responderam que tanto a saúde como o meio ambiente são importantes, pois estão interligadas; 16 alunos listaram a saúde como mais importante devido à promoção da saúde do animal e nove alunos destacaram o meio ambiente porque ele influencia o bem-estar do animal.

Quadro 10: Exemplos da natureza das respostas dadas pelos alunos sobre o que é mais importante nesta disciplina: a biofísica voltada para saúde ou para o meio ambiente.

Categorias	Natureza das respostas
Ambos (saúde e meio ambiente) (36 alunos)	As duas são importantes, pois além de suas tecnologias e estudos, a saúde do meio ambiente faz parte da saúde do animal.
Saúde	Para nosso curso é a biofísica voltada para saúde

(16 alunos)	porque vamos trabalhar com a saúde do animal.
Meio ambiente (9 alunos)	O meio ambiente é mais importante porque a saúde depende muito do meio ambiente na cura de doenças e produção de remédios.

Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando as escolhas dos alunos, ao citar partes do artigo estudado nas suas respostas, observa-se que estas escolhas foram feitas de acordo com a afinidade que estes apresentam para determinados assuntos. Assim, pode-se concluir que a grande maioria dos alunos percebe a importância do estudo da biofísica na adaptação da realidade de cada curso e a relação entre Biofísica e Fisiologia. Acredita-se que esta percepção tenha ocorrido porque os alunos do terceiro período do curso de Medicina veterinária estão estudando Fisiologia II e já estudaram Fisiologia I, Anatomia I e II. A conexão dessas disciplinas permite uma melhor compreensão dos sistemas circulatório e respiratório a partir da dinâmica dos fluidos.

Muitos alunos destacaram a relevância dos equipamentos biomédicos tanto para diagnóstico de doenças quanto para a instrumentação na profissão. Corso (2009, p.3) menciona: “ensina-se biofísica, também para que profissionais da saúde possam operar instrumentos médicos sofisticados onde destacam os aparelhos de imageamento.”

Diante do exposto, verificou-se que os alunos estão atentos ao avanço das novas tecnologias em relação a equipamentos médicos, quer no funcionamento ou no manuseio a serviço da prática profissional.

3.3 Seleção de atividades e estratégias de ensino

A ideia que motivou a elaboração deste conjunto de atividades foi o interesse em auxiliar o professor no planejamento e organização das aulas de Biofísica aplicada à Medicina veterinária, tendo em vista as dificuldades encontradas pela autora do trabalho em encontrar um material específico de biofísica direcionado ao curso de MV. Desta maneira, pensou-se em um conjunto de atividades como uma forma de conectar o que se aprende em Biofísica dos Raios-X e sua relação com a formação do veterinário, principalmente para as necessidades que surgem no exercício da profissão, tornando a apresentação do conteúdo criativa e dinâmica.

Uma forma de introduzir a sequência de atividades é apresentar um estudo

dirigido sobre os conteúdos de biofísica e física no início do semestre e fazer uma sondagem da natureza das respostas dadas pelos alunos na análise do material estudado, facilitando assim, a formulação de hipóteses baseadas nos conhecimentos prévios do aluno.

O produto desta pesquisa é uma proposta de ensino com um conjunto de atividades com artigos, vídeo, simulações, e exercícios sobre biofísica dos raios-X para os professores de biofísica no curso de MV durante seu planejamento de aulas ou no decorrer do estudo do conteúdo. São atividades de fácil aplicação que realçam a prática do veterinário.

A construção do produto com as orientações de uso e exploração das atividades propostas teve como fundamento a ABP cujo foco é aprendizagem por problemas. A estrutura do produto é constituída pelos seguintes itens:

- a) situação-problema: um estudo de caso para contextualizar o tema e analisar os conhecimentos prévios dos alunos;
- b) artigos: compilados da Revista Brasileira de Física Médica para um seminário sobre proteção radiológica;
- c) vídeo e simulações: para compreender o contexto histórico dos raios-X, como são gerados e suas aplicações na medicina e outras áreas;
- d) modelos experimentais: para aplicar os conceitos e teorias estudados de forma mais dinâmica e prazerosa com consonância (com a prática profissional) entre alunos e professor.

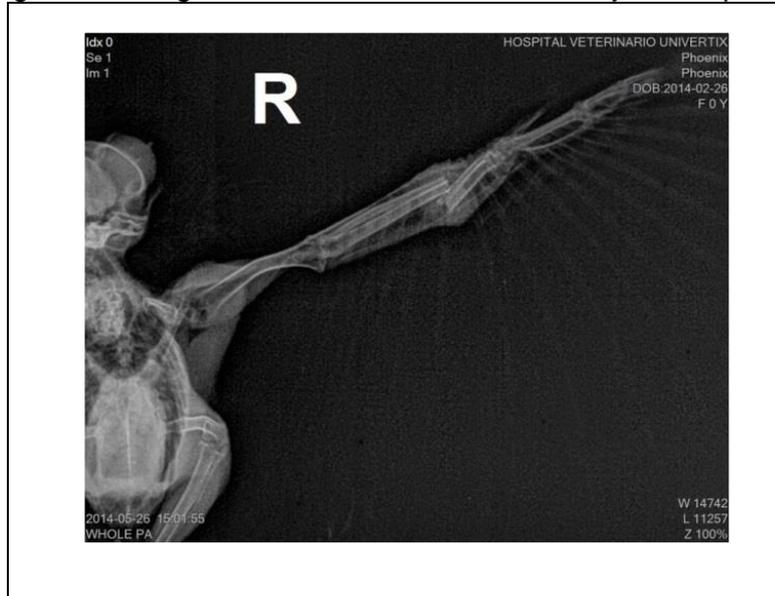
Espera-se que o material possa contribuir para a contextualização da análise de situação-problema e enriquecer o conteúdo e a prática docente de forma a alinhar a construção do conhecimento e aplicá-lo no cotidiano do exercício da profissão.

3.3.1 Escolha da situação-problema

A situação-problema escolhida consiste em um pequeno animal, no caso uma coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), tratada numa clínica veterinária, em função de uma asa quebrada, como pode ser constatado na imagem de raios X

mostrada na figura 1. A situação foi contextualizada, de maneira que o professor possa discutir com os alunos quais providências devem ser tomadas inicialmente, até a realização de um diagnóstico e posterior tratamento da coruja.

Figura 1. Imagem de raios X da asa da coruja buraqueira.



Fonte: Imagem concedida pelo Hospital Veterinário-Univértix, 2014.

A escolha feita remete para a utilização de raios X para produzir imagens de partes do corpo da coruja, propiciando desta maneira, oportunidades para apresentar e discutir a biofísica da radiação X.

3.3.2 Escolha dos artigos

Os textos foram escolhidos por apresentar aspectos relacionados com o tema abordado nas atividades anteriores e apresentarem uma linguagem acadêmica importante para a formação do aluno durante o curso.

Assim, o tema abordado, torna-se muito atrativo pelas suas aplicações na saúde e no meio ambiente discutida por cada artigo. Trabalhar com estes textos é a maneira escolhida para tentar tornar o ensino de Biofísica dos Raios X mais dinâmico para uma maior compreensão das aplicações dos tópicos discutidos.

Os textos sugeridos são:

- a) Evolução dos Paradigmas da Proteção Radiológica (SORDI, 2009);

- b) Análise Preliminar das Doses para Avaliação da Qualidade da Imagem em Exames Radiográficos na Radiologia Veterinária (PINTO et al. 2010);
- c) O uso de ilustrações no ensino e no setor de radiologia como uma proposta para construção dos conceitos de física radiológica e radioproteção (LUIZ; OLIVEIRA; BATISTA, 2011);
- d) Revisão: Radioproteção Aplicada à Medicina Nuclear (MACHADO et al. 2010).
- e) Radioterapia em Medicina Veterinária: princípios e perspectivas (FERNANDES et al. 2010).

3.3.3 Escolha da simulação

O uso de simulações como atividade é justificada por permitir ao professor ter um papel de agente facilitador e os alunos terem uma postura autônoma no processo de ensino e aprendizagem. Assim, as simulações permitem que os alunos vivenciem situações do cotidiano, o que não é possível em uma aula expositiva.

Nas simulações, o aluno além de entender a teoria envolvida pode visualizar modelos sobre os tipos de emissões das radiações, como a radiação interage com a matéria e suas aplicações dos fenômenos no mundo real. A atividade permite um maior nível de abstração ao tema, com criatividade e imaginação, auxiliando na compreensão dos alunos.

Outro aspecto importante é acessibilidade dos alunos ao software, podendo utilizá-las nas salas de informática da instituição de ensino, em casa ou até mesmo no próprio *smartfone*.

Neste trabalho foram selecionadas duas simulações. A primeira simulação “Radioatividade” demonstra o uso dos raios X em um exame que uma jovem faz quando cai na quadra de vôlei e precisa saber se tem uma fratura para engessar o braço (RADIOATIVIDADE..., 2015). A situação desperta o interesse da jovem que busca mais informações com seu professor. A segunda simulação Atividade: “Propriedades das emissões radioativas- cargas” demonstra a origem da radiação em alguns elementos químicos, suas aplicações na saúde e no meio ambiente. A simulação permite uma análise dos radioisótopos a partir de um experimento analisando os tipos de radiações que eles emitem e suas equações de desintegração. A simulação apresenta atividades para verificação do processo de

aprendizagem (ATIVIDADE..., 2015).

3.3.4 Escolha do vídeo

O uso do vídeo é uma outra forma de estratégia de fácil acesso que permite a visualização dos fenômenos relacionados à biofísica dos raios X, que não seriam observados experimentalmente.

O vídeo escolhido é o Guia do Professor – Vídeo – Os Curiosos - Raios X, com duração de 13 minutos aproximadamente. Esse vídeo apresenta uma discussão sobre a descoberta dos Raios X, equipamentos para geração e suas aplicações. As duas equipes de curiosos visitam respectivamente a um Laboratório Radiológico e a um Laboratório de Cristalografia, inteirando-se assim das aplicações dos raios X nessas duas áreas de trabalho (OS CURIOSOS..., 2015).

3.3.5 Escolha dos modelos experimentais

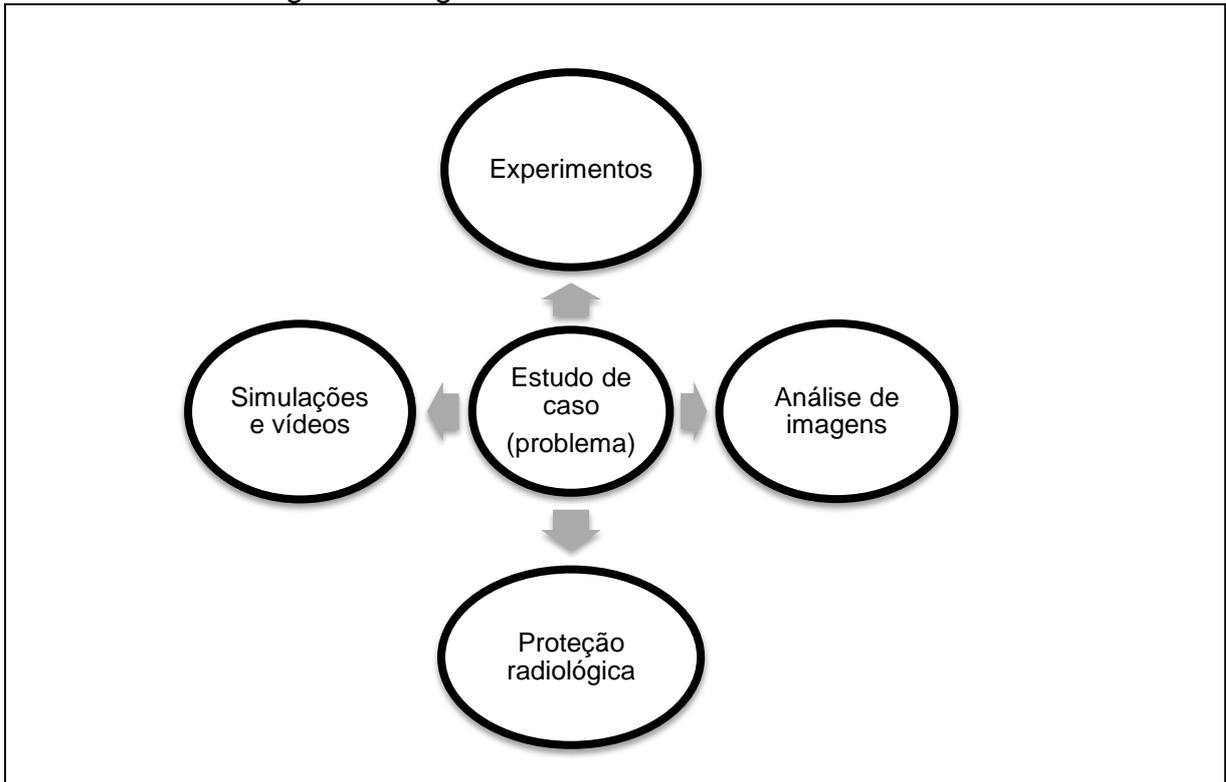
Os modelos experimentais permitem aos alunos a conexão com o mundo real a partir da experimentação e a observação de fenômenos. Além disso, a abordagem lúdica aumenta o interesse dos alunos em aprofundar no tema estudado.

Os modelos experimentais escolhidos como atividade consistem em elaborar representações de baixo custo e de forma dinâmica os campos de radiação utilizadas para tratamento de tumores de casos clínicos veterinários pesquisados pelos alunos. Isto proporciona uma aplicação da matéria aos casos clínicos que podem ser vivenciados na prática de trabalho.

3.4 Estrutura do produto

A estrutura das atividades foi montada de acordo com o esquema mostrado na figura 2, indicando, a partir da situação problema, as diversas possibilidades para iniciar o estudo da biofísica dos raios-X.

Figura 2. Sugestão de análise do estudo de caso.



Fonte: Elaborado pela autora.

Usando os fundamentos e as características das ABP foram elaboradas atividades a partir, da situação problema sugerida.

O produto educacional é apresentado no capítulo 4, em que as atividades são apresentadas em forma de caderno, que o professor pode utilizar ao discutir o conteúdo Biofísica dos raios-X, um dos temas mais apontados por professores e veterinários na sondagem realizada. Percebe-se também uma atenção especial dos alunos sobre este assunto, devido à importância dos equipamentos médicos para o diagnóstico e tratamentos de doenças contemplada no estudo dirigido.

A intenção é sugerir ao professor, responsável em direcionar a apresentação dos conteúdos, a análise de um estudo de caso pelos alunos. O estudo de caso, além de abrir a discussão para o tema, tem a finalidade de analisar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do assunto. A partir desta primeira atividade, o professor pode trabalhar as demais sem se preocupar com a ordem proposta no caderno de atividades.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

Prezado professor(a),

Esta sequência de atividades é destinada principalmente para vocês que lecionam Biofísica no curso de Medicina Veterinária e em outras áreas das Ciências da vida, com intenção de promover a contextualização da Biofísica dos Raios-X e seu aprendizado voltado para a aplicação na atuação profissional do médico veterinário.

Nessa direção, apresentamos um conjunto de atividades que tem como fundamento um estudo de caso de uma situação-problema, seguindo a proposta da Aprendizagem Baseada e Problemas (ABP), referencial teórico adotado no trabalho, em que o professor tem um papel de mediador no processo de ensino e aprendizagem, motivando os alunos a conhecer e compreender as situações que serão vivenciadas na rotina profissional. Segundo Ribeiro (2008), os mecanismos da ABP têm “a capacidade de tornar a aprendizagem mais dinâmica e prazerosa, compartilhada tanto por alunos como por docentes.” (RIBEIRO, 2008, p.29).

O conjunto de atividades inclui recursos como: vídeo, simulações, propostas experimentais, análise e discussão de artigos, que foram utilizados para ilustrar, auxiliar e compreender a Biofísica dos Raios-X. A aplicação completa das atividades requer um tempo mínimo de 20 horas/aula. Sugere-se a aplicação do estudo dirigido antes das atividades, pois assim, pode-se identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação à biofísica aplicada à Medicina Veterinária.

É importante mencionar que o professor, uma vez que apresenta a situação-problema, tem total flexibilidade na sequência da escolha das atividades propostas. É importante destacar a atenção em valorizar estas atividades de forma individual, em grupo e para casa, o que remete a uma verificação de aprendizagem contínua e agrega maior interesse nas outras etapas de estudo.

Esperamos que esta proposta de ensino seja algo de motivação para os alunos aprenderem sobre a prática profissional em diferentes enfoques, desenvolvendo habilidades para intervir com maturidade acadêmica no futuro da profissão, mesmo sendo no início do curso.

Saudações. Bom trabalho!

Érica

Proposta de Ensino: Biofísica dos Raios-X

The collage consists of several educational components:

- Top Left:** A real X-ray image of a horse's leg, labeled 'R' for right. Metadata includes 'HOSPITAL VETERINARIO UNIVERTIX', 'Procedimento: Phorotomografia', 'DCB: 2014-02-26', 'F.O.V.', '2014-02-26 15:01:53', 'WHOLE PA', 'W: 14742', 'L: 11267', and 'Z: 100%'. A large white 'R' is overlaid on the image.
- Top Right:** A diagram of an X-ray tube. The left side is labeled 'Anodo' (Anode) and the right side is labeled 'Catodo' (Cathode). Green lines represent X-rays being emitted from the anode.
- Middle Left:** A photograph of a physical experiment. A glowing red sphere sits on a plate, with several wooden toothpicks stuck into it, demonstrating the penetration of X-rays.
- Middle Right:** A screenshot of a virtual simulation titled 'Simulação: Raio - X'. It features a cartoon character holding a magnifying glass. The text 'RAIO-X' is written in large red letters. At the bottom, it says 'LabVirt' and 'iniciar' with a play button icon. Credits include 'Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP', 'autores: Wesley, Júlio César, Everton, Tony, Leonardo', 'prof.ª: Giselle Namini', and 'programação e design: Arthur Francisco'.
- Bottom Left:** A slide from RIVED (Rede Internacional Virtual de Educação). The title is 'Atividade "Propriedades das emissões radioativas - cargas"'. The text reads: 'Existem, na natureza, alguns elementos químicos cujos núcleos de seus átomos são fisicamente instáveis, e estes, ao se desintegrarem, emitem energia sob forma de radiação, se transformando em átomos de outro elemento químico.' Below the text is a 3D model of an atomic nucleus with red and blue spheres. A 'Seguir' button is at the bottom right.
- Bottom Right:** An X-ray image of a human knee joint with a surgical pin inserted into the bone.

Erica Estanislau Muniz Faustino

Adriana Gomes Dickman

SUMÁRIO

Estudo Dirigido	62
Situação Problema	63
Atividade 1. “Fazendo” o procedimento diagnóstico.....	65
Atividade 2. Vídeo: Entendendo os Raios-X.....	65
Atividade 3: Simulações	66
Simulação 1. Radioatividade	67
Simulação 2. Atividade	68
Atividade 4. Observação de radiografias de animais	69
Texto complementar 1.....	70
Texto complementar 2:.....	71
Atividade 5: Pesquisa e Mesa Redonda sobre Proteção Radiológica.....	71
Atividade 6. Demonstração Prática (modelo) de Tratamento de Radioterapia com Raios-x	73
REFERÊNCIAS	75

Estudo Dirigido

Objetivos a serem desenvolvidos:

- Mostrar a aplicação da Biofísica na área da saúde;
- Motivar o estudo de Biofísica com base na discussão do artigo;
- Perceber a tendência da turma em relação à aplicação da biofísica na medicina veterinária.

Para motivar a discussão com os alunos sobre o que se ensina em Biofísica, antes de trabalhar o conjunto de atividades sobre a Biofísica dos Raios X, utilize o artigo para leitura e debate: **Os conteúdos das disciplinas de biofísica e a física. (CORSO, 2009).**

Orientações

- Distribua para os alunos individualmente o estudo dirigido apresentado abaixo depois da leitura do texto.
- Sugere-se que a atividade seja a primeira da disciplina no início do semestre.
- O professor deve apresentar para os alunos a importância de responder o estudo dirigido para levantamento dos conhecimentos baseados no artigo de cada um sobre o que se estuda em biofísica e os conhecimentos técnicos e científicos aplicados ao mercado de trabalho.
- O professor deve analisar as naturezas das respostas dadas pelos alunos e listar em sala quais são importantes para o desenvolvimento da disciplina ao longo do semestre.

Estudo Dirigido.

Artigo: Os conteúdos das disciplinas de biofísica e a física

Autor: Gilberto Corso

Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 2, 2703

Ano: 2009.

Leia o artigo em anexo e responda as questões abaixo: use uma folha a parte para responder, destaque o artigo e entregue esta folha grampeada a sua folha de resposta.

- 1) Cite as aplicações da biofísica na área da saúde.
- 2) Por que a fisiologia necessita tanto dos conhecimentos de biofísica?
- 3) Diferencie as três áreas que são abordadas dentro da física médica.
- 4) O que é mais importante no aprendizado da Biofísica de acordo com texto?
- 5) Discuta a importância dos equipamentos na área bioengenharia na instrumentação médica. A Biofísica tem papel relevante neste contexto? Justifique.

6) Cite pelo menos três grandezas físicas do texto. Relacione sua importância no estudo da Biofísica.

7) Depois da leitura do artigo, dê sua opinião em relação à importância da biofísica na profissão do veterinário.

8) Para você, o que é mais importante nesta disciplina: a biofísica voltada para a saúde ou para o meio ambiente? Justifique.

Fonte: Elaborado pela autora.

Situação Problema

Orientação

Considere a situação-problema apresentada no quadro 1 e siga as sugestões de atividades de acordo com o esquema mostrado na figura 1, que mostra, a partir da situação problema, as diversas possibilidades para iniciar o estudo da biofísica dos raios-X.

Quadro 1: Situação-problema.

Situação-Problema

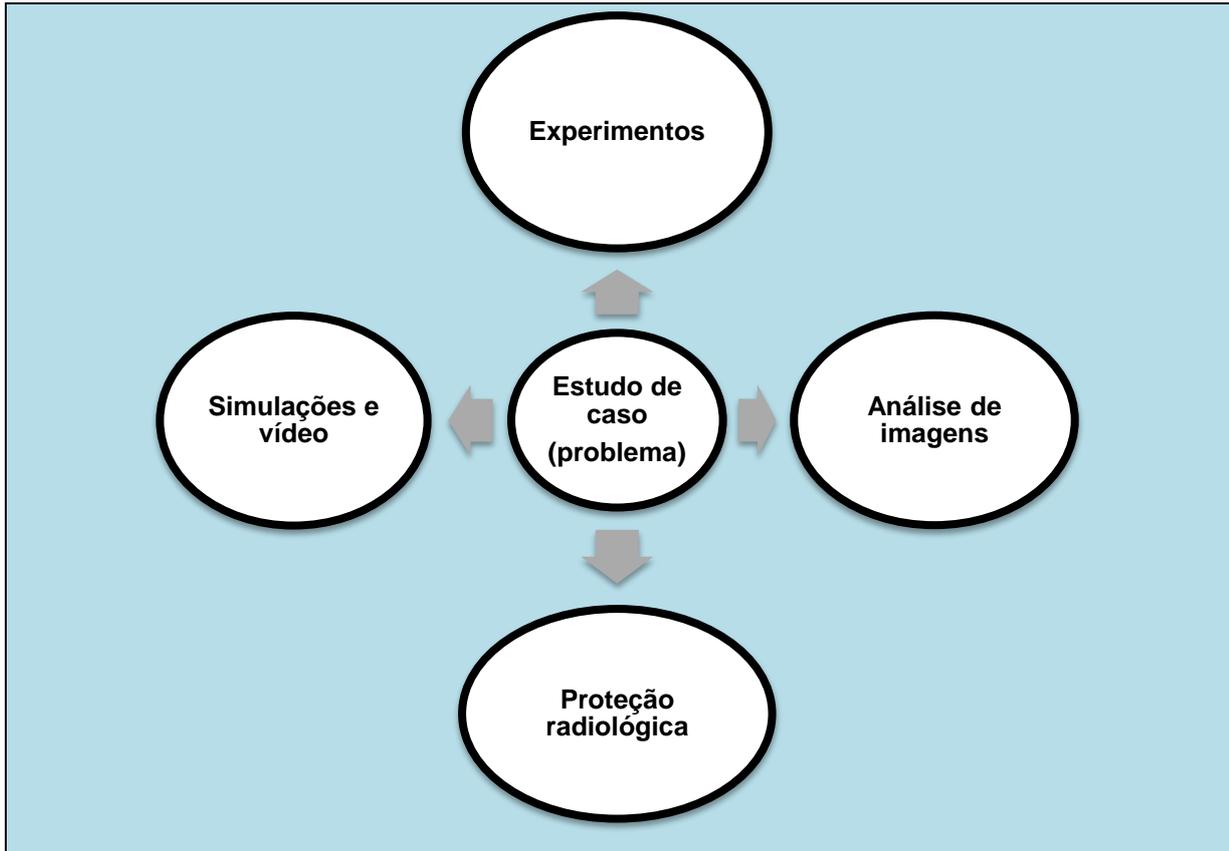
Uma coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) foi encontrada com ferimentos e incapacidade de voo nas proximidades da faculdade por dois alunos voltando para casa no término da aula do turno noturno.

Um dos alunos percebeu que ela não conseguia voar logo pensou que era melhor levá-la para sua casa para alimentá-la e cuidar das feridas. Porém, pouca coisa foi feita pelo menino na sua casa, pois, a coruja não quis se alimentar e parecia sentir muita dor.

No dia seguinte sua mãe sugeriu que ele levasse o animal para uma Clínica Veterinária porque, além das feridas, parecia haver algo errado com uma das suas asas. Em casa, concluíram que não possuíam recursos, não sabiam como segurá-la, ou qual o tipo de alimento que ela consome, e qual medicamento colocar nas feridas. Na clínica veterinária da cidade, a coruja receberia tratamento adequado por um profissional especializado e a partir do exposto será montada a ficha clínica do paciente.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura1: Sugestão de análise do estudo de caso.



Fonte: Elaborado pela autora.

Procedimentos Instrucionais

Orientações seguindo os Sete passos da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) conforme RIBEIRO, 2008):

1. Leitura do problema;
 2. Identificação dos problemas propostos pelo enunciado;
 3. Formulação de hipóteses explicativas para os problemas identificados no passo anterior;
 4. Resumo das hipóteses;
 5. Formulação dos objetivos de aprendizado;
 6. Estudo individual dos assuntos levantados nos objetivos de aprendizado;
 7. Retorno ao grupo tutorial para rediscussão do problema frente aos novos conhecimentos adquiridos na fase de estudo anterior.
- Em grupos da depois do passo 7 da ABP e, diante do estudo de caso apresentado, listem quais os procedimentos que devem ser feitos por um Médico Veterinário para realizar o diagnóstico do quadro clínico do paciente.
 - Cada grupo deverá selecionar um orador para apresentar os procedimentos para

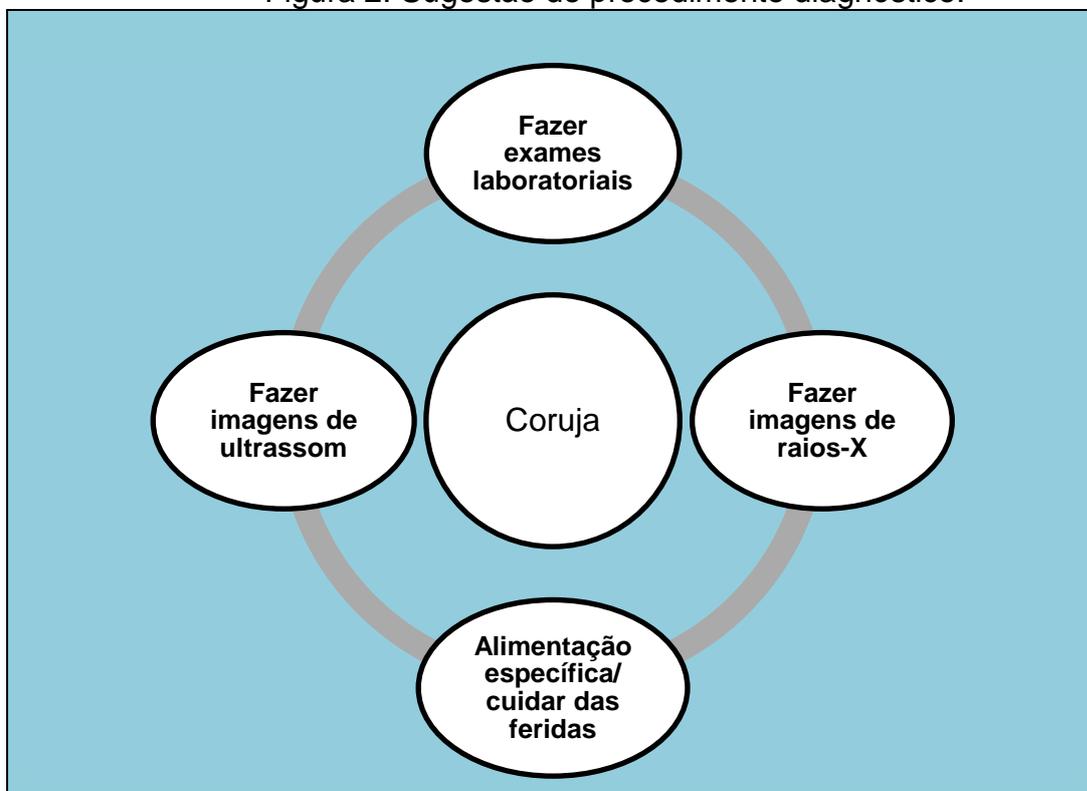
os demais grupos da turma.

- As respostas serão agrupadas para montar a ficha clínica do paciente.

Atividade 1. “Fazendo” o procedimento diagnóstico

Listamos na figura 2, como sugestão, os procedimentos que os alunos podem mencionar diante do estudo de caso. Fica a critério do professor utilizar ou não esta sugestão.

Figura 2: Sugestão do procedimento diagnóstico.



Fonte: Elaborado pela autora.

A nossa sequência de atividades visa entender o funcionamento e a aplicabilidade dos Raios-X. Fica a critério do professor seguir outros caminhos, de acordo com a realidade da sala de aula ou os conteúdos a serem explorados.

Atividade 2. Vídeo: Entendendo os Raios-X

Objetivos a serem desenvolvidos:

- Entender o processo de geração de raios-X;
- Discutir as características dos raios-X em exames;
- Analisar os tipos de equipamentos de geração de raios-X;
- Discutir sua importância para o trabalho do veterinário.

⇒ Exibir para os alunos o vídeo “Os curiosos- Física e Tecnologia- Raios-X”.

Orientações do Vídeo.

Essa atividade irá apresentar o tema Raios X, que engloba a discussão sobre sua descoberta, equipamentos para geração e suas aplicações. A discussão inicial é em torno de sua descoberta acidental por Roentgen e da dificuldade em estabelecer sua natureza e como, apesar disso, sua utilização em Medicina foi imediata, dando origem a um novo campo de estudo: a Radiologia.

O esclarecimento de sua natureza só se deu mais de dez anos depois de sua descoberta, e sua aplicação científica mais importante ocorreu um pouco mais tarde na Inglaterra, com os trabalhos de W.N. Bragg e seu filho W.L. Bragg, que estabeleceram as bases da Espectroscopia e da Cristalografia Estrutural por difração de raios X.

No vídeo, as duas equipes de curiosos visitam respectivamente a um Laboratório Radiológico e a um Laboratório de Cristalografia, inteirando-se assim das aplicações dos raios X nessas duas áreas de trabalho.

Duração do vídeo: aproximadamente 13 min.

Fonte: OS CURIOSOS..., 2015.

Procedimentos Instrucionais

- A partir do vídeo, elaborar um esquema tendo como tema central a geração de raios-X.
- Esta atividade deve ser feita individualmente e depois discutida nos grupos de trabalho propostos nas outras atividades.
- O professor pode sugerir que a atividade seja feita em casa ou no laboratório de informática da instituição.

Atividade 3: Simulações

Para continuar o estudo sobre raios-X, o professor pode utilizar as simulações descritas a seguir. Sugere-se que uma delas seja indicada para estudo individual em casa e outra para estudo em grupo na sala de aula ou no laboratório de informática

da instituição. Fica a critério do professor a escolha, de acordo com o progresso das atividades.

Objetivos a serem desenvolvidos – Simulação 1

- Analisar o estudo de caso proposto na simulação;
- Compreender os aspectos físicos apresentados sobre os raios-X;
- Entender como funciona o equipamento de raios-X.

Simulação 1. Radioatividade.

Radioatividade – Demonstra o uso dos raios X em um exame que uma jovem faz quando cai na quadra de vôlei e precisa saber se tem uma fratura no braço. A situação desperta o interesse da jovem sobre o assunto que busca mais informações com seu professor.



Fonte: RADIOATIVIDADE..., 2015.

Orientação

Objetivos a serem desenvolvidos – Simulação 2

Os
alu
nos
dev
em

- Analisar o processo de origem da radiação;
- Compreender os aspectos físicos apresentados sobre a radiação e suas aplicações;
- Entender e analisar o experimento com radioisótopos.

realizar as atividades propostas no final da simulação em forma de auto avaliação, que deverão ser entregues para o professor.

Orientações

Simulação 2. Atividade.

Fonte: ATIVIDADE..., 2015.

Atividade: Propriedades das emissões radioativas- “cargas”- Demonstrem como ocorre a origem da radiação em alguns elementos químicos, suas aplicações na saúde e no meio ambiente. A simulação permite uma análise dos radioisótopos a partir de um experimento sobre os tipos de radiações que eles emitem e suas equações de desintegração. A simulação apresenta atividades para verificação do processo de aprendizagem.

- Discutir em grupos os tipos de radiações e suas equações de desintegração.
- Realizar as atividades propostas em forma de verificação de aprendizagem e entregar para o professor.

Questões relacionadas às simulações. O professor poderá utilizar estas questões para conduzir uma discussão com os alunos:

- O que lhe chamou a atenção no estudo de caso?
- Como os raios X são produzidos?
- Cite outros tipos de radiação e sua origem.
- Você conhece todos os conceitos discutidos nas simulações?

Anotar no quadro as respostas dos alunos, retomando para discussão sempre que possível.

Atividade 4. Observação de radiografias de animais

Orientação

O professor pode dividir a turma em grupos de alunos e entregar algumas radiografias de animais feitas no Hospital Veterinário da Univértix (HV).

Procedimentos Instrucionais

- Solicitar que cada grupo eleja um orador para apresentar aos demais grupos a análise das imagens.
- Aspectos que deverão ser discutidos e avaliados:
 - *Forma; nitidez;
 - *Anomalias;
 - *Partes do corpo;
 - *Demais detalhes que chamam a atenção.
- Para enriquecer a discussão o professor pode entregar os textos complementares disponibilizados para auxiliar os alunos na análise das imagens.

Questões dirigidas para os grupos sobre as radiografias:

1- Observem as imagens e listem quais características chamam mais atenção?

2- É possível identificar alguma anomalia? De qual tipo? Você consegue identificá-la?

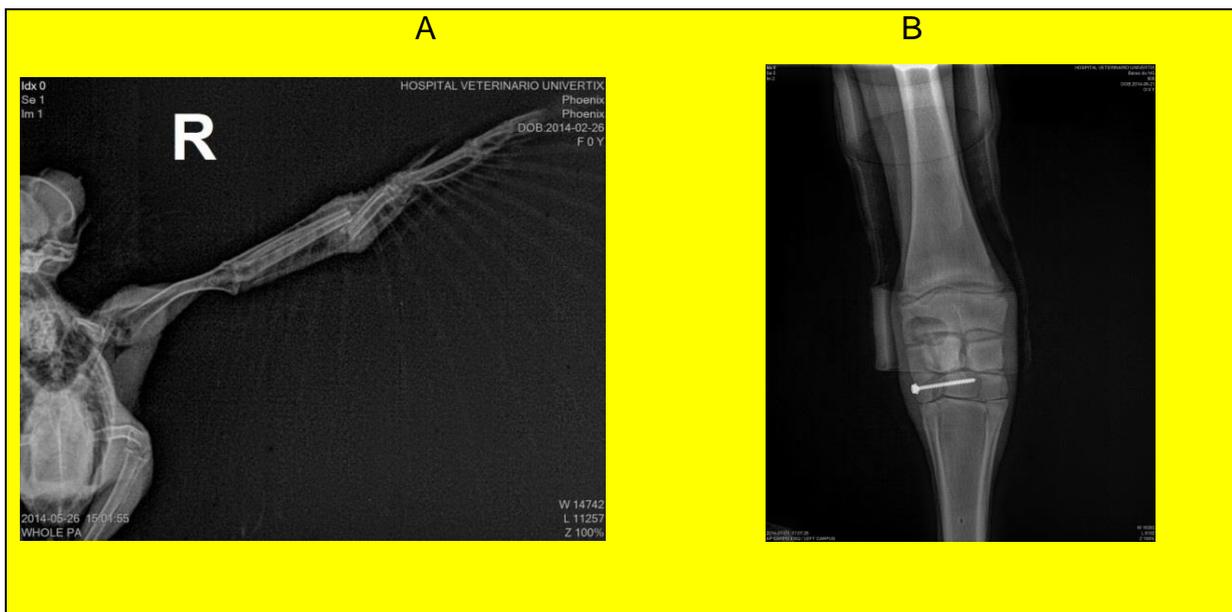
3- Por que algumas estruturas (órgãos) aparecem nos raios-X e outras não?

4- Cite as estruturas que você consegue identificar nas imagens.

5- Por que algumas imagens apresentam maior nitidez?

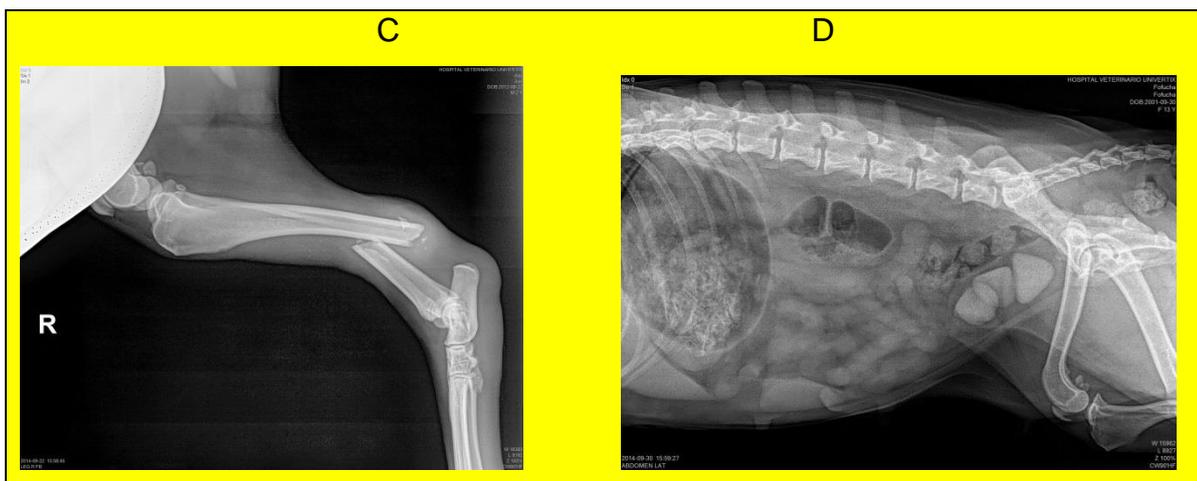
Sugestão de imagens

Imagem 1.



Fonte: Imagens concedidas pelo Hospital Veterinário- Univértix, 2014.

Imagem 2.



Fonte: Imagens concedidas pelo Hospital Veterinário- Univértix, 2014.

Texto complementar 1.

Densidade de um objeto

Quanto mais denso for um corpo, maior será a quantidade de radiação que ele absorve. Nos exames radiográficos dos órgãos constata-se que os pulmões são os que apresentam maior transparência aos raios-x, enquanto que os órgãos mais opacos são o coração e os ossos. A pequena porção observada no parênquima pulmonar se deve à presença do ar. Os ossos, no entanto, como são estruturas compactas formadas basicamente de cálcio ($Z=20$) e fósforo ($Z=16$), e o coração, por estar sempre cheio de sangue cuja densidade é um pouco maior do que a água, retêm muita radiação.

Fonte: Adaptado de GARCIA, 2002. p. 291.

Texto complementar 2:

Formação da imagem radiográfica

O fóton de luz produzido ao incidir sobre o brometo de prata desloca alguns elétrons dessa estrutura. Isso permite que os íons brometo se convertam em átomos de bromo. Estes abandonam a rede cristalina e são absorvidos pela gelatina de emulsão deixando livre a prata iônica.

Numa radiografia, a imagem é obtida porque a quantidade de prata que se precipita em cada ponto da película é diferente. Quando a luz, que incide sobre os cristais, é suficientemente intensa para desorganizar a maioria dos cristais de uma determinada área, o processo de revelação produzirá, nessa área, muita prata metálica. A prata metálica é negra. Por outro lado, quando uma área não recebe luz, a revelação química dissolve os cristais de brometo de prata e nenhuma prata é precipitada, ficando a área clara e transparente. Entre esses extremos muitas tonalidades de cinza são possíveis.

Fonte: Adaptado de GARCIA, 2002. p. 289.

Atividade 5: Pesquisa e Mesa Redonda sobre Proteção Radiológica

Objetivos a serem desenvolvidos

- Analisar os efeitos biológicos das radiações;
- Analisar a questão da dosimetria das radiações;

- Expor de forma dialógica a importância da proteção radiológica;
- Discutir a proteção e a higiene das radiações;
- Discutir as radiações e o risco a saúde;
- Discutir o conhecimento e atenção dos veterinários com a proteção radiológica.

Atividades Instrucionais

1- Propor uma pesquisa sobre os equipamentos de proteção individual (EPI'S), tipos e formas, utilizados em salas de raios-X.

Orientação

- A atividade é individual e cada aluno deve apresentar imagens dos tipos de EPI'S para a turma em forma de seminário.
- Sugestão: Visita técnica a uma Clínica Veterinária que trabalha com equipamentos de raios-X ou Hospital Veterinário para analisar os parâmetros da proteção radiológica.

2- Mesa Redonda:

Distribuir para turma os artigos:

- Evolução dos Paradigmas da Proteção Radiológica (SORDI, 2009);**
- Análise Preliminar das Doses para Avaliação da Qualidade da Imagem em Exames Radiográficos na Radiologia Veterinária (PINTO et al. 2010);**
- O uso de ilustrações no ensino e no setor de radiologia como uma proposta para construção dos conceitos de física radiológica e radioproteção (LUIZ; OLIVEIRA; BATISTA, 2011);**
- Revisão: Radioproteção Aplicada à Medicina Nuclear (MACHADO et al. 2010).**
- Radioterapia em medicina Veterinária: princípios e perspectivas (FERNANDES et al. 2010).**

Orientações

- Cada grupo deve apresentar os pontos-chaves de forma dialógica para a turma.
- O professor pode mediar um debate sobre Radioproteção na Medicina Veterinária com dois grupos, um a favor e outro contra a proteção radiológica.

Atividade 6. Demonstração Prática (Modelo) de Tratamento de Radioterapia com Raios-X

Objetivos a serem desenvolvidos

- Discutir em grupos o artigo apresentado como base para atividade;
- Discutir o uso das radiações X no tratamento de tumores;
- Entender como são formados os tipos de tumores em animais;
- Entender a importância da radioterapia para a sobrevivência de pacientes;
- Analisar como são construídos os campos de radiação para tratamento por radiação em animais.
- Construir modelos práticos para os tumores em animais e os campos de tratamento por radiação.

Procedimentos Instrucionais

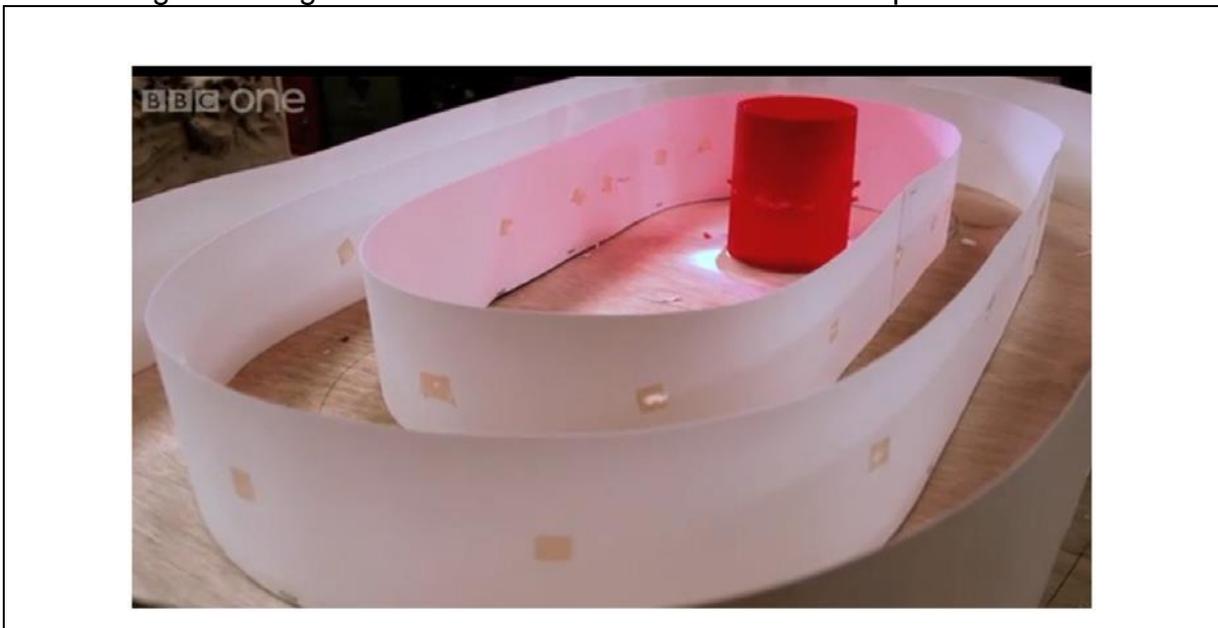
- O professor deve entregar aos grupos o artigo: A practical demonstration for the teaching of x-ray radiotherapy (QUINN, 2014;) para tradução e análise do estudo dos modelos das técnicas de raios-X em radioterapia.
- Em seguida, organizar uma discussão direcionada de forma dialógica sobre o artigo realçando seus pontos positivos para elaboração de modelos práticos para estudo dos raios X e a radioterapia.
- Propor aos grupos a construção de modelos com materiais de baixo custo sobre os campos de radiação nos sistemas biológicos no tratamento de radioterapia por raios-X.
- Cada equipe deve pesquisar os tipos de tumores de maior incidência em animais e elaborar um modelo de baixo custo.

Sugestões de materiais alternativos: gel de cabelo, palito de churrasco, cartolina,

etc.

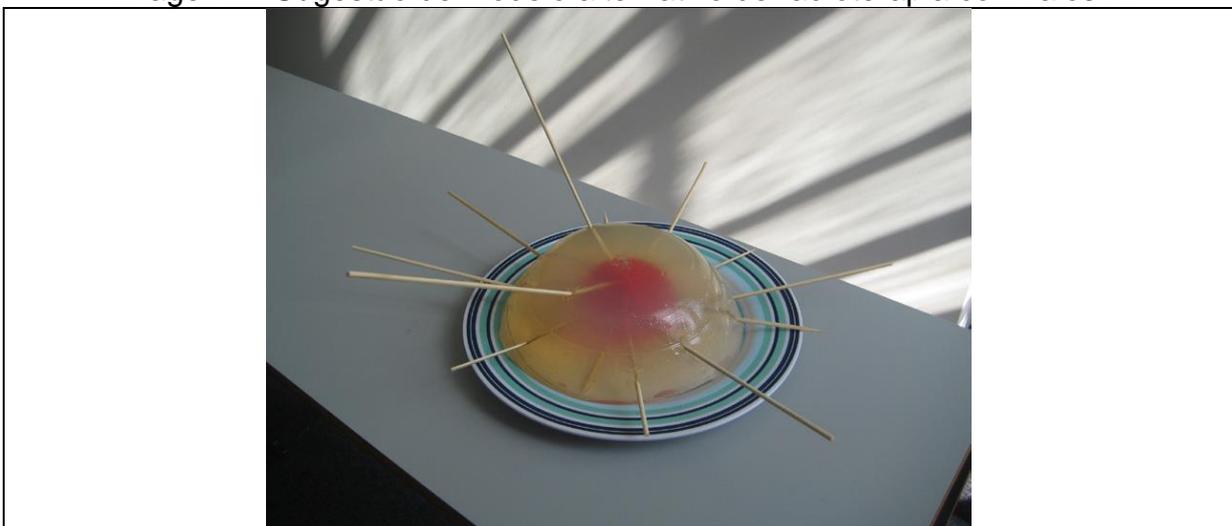
Sugestão de modelos segundo o artigo estudado:

Imagem 1: Sugestão de modelo alternativo de radioterapia com raios-X.



Fonte: QUINN, 2014, p.484.

Imagem 2: Sugestão de modelo alternativo de radioterapia com raios-X.



Fonte: QUINN, 2014, p.484.

REFERÊNCIAS

“ATIVIDADE: Propriedades das emissões radioativas- cargas”. [Brasília]: Portal do professor, 2015. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/919/atividade1/atividade1.htm>>. Acesso em 10 mar.2015.

BERBEL, Neusa Aparecida Navas. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface- Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v.5, n.2, p.139- 154, fev. 1998. Disponível em: <<http://interface.org.br/wp-content/uploads/2015/01/v.2-n.2-fevereiro-1998.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

CORSO, Gilberto. Os conteúdos das disciplinas e biofísica e física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p.1-4, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/312703.pdf>>. Acesso 12 de jul.2013.

FERNANDES, Marco A. R. et al. Radioterapia em medicina veterinária: princípios e perspectivas. **Revista Brasileira de Física Médica**, v.4, n.2, 2010. p.11-14. Disponível em:< http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFM_v4n2_p11-4.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2014.

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

LUIZ, Leandro C.; OLIVEIRA, Luís Fernando de; BATISTA, Rafaela T. O uso de ilustrações no ensino e no setor de radiologia como uma proposta para construção dos conceitos de física radiológica e radioproteção. **Revista Brasileira de Física Médica**. v. 5, n. 3, p. 67-70, 2011. Disponível em:<http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFM_v5n3_ArtigoOriginal_p245-52.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2014.

MACHADO, Marcos A. D. et al. Revisão: Radioproteção Aplicada à Medicina Nuclear. **Revista Brasileira de Física Médica**. v.4, n.3. p.47-52, 2010. Disponível em:< http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFMv4n3_ArtOrig_p47-52.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2014.

“OS CURIOSOS- Raios-X”. [Brasília]: Objetos Educacionais, 2015. Disponível em:<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/16583/V%C3%AADdeo/os_curiosos_raios_x.html>. Acesso em: 12 abr.2015.

PINTO, Ana Carolina B. C. et al. Análise preliminar das doses para avaliação da qualidade da imagem em exames radiográficos na Radiologia Veterinária. **Revista Brasileira de Física Médica**. v.4, n.1, p. 67-70, 2010. Disponível em:<http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFMv4n1_p67-70.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2014.

QUINN, Kevin, A practical demonstration for the teaching of x-ray radiotherapy. **Physics Education**. v. 49, n.5, p. 483-485, jul 2014. Disponível em: <iopscience.org/ped>. Acesso em: 06 ago. 2014.

“RADIOATIVIDADE”. [Brasília]: Portal do professor, 2015. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/cd2/conteudo/aulas/1_aula/sim_qui_radioatividade2.htm>. Acesso em 10 mar. 2015.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (pbl) na educação em engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.27, n.2, p.23-32, 2008.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **Aprendizagem baseada em Problemas (PBL):** uma experiência no ensino superior. São Paulo: EdUSFCAR, 2010, 151p.

SORDI, Gian Maria A. A. Evolução dos Paradigmas da Proteção Radiológica. **Revista Brasileira de Física Médica**. v.3, n.1, p.35-41, 2009. Disponível em: <http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFM_v5n3_ArtigoOriginal_p245-52.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2014.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foi elaborado um produto educacional, no formato de uma sequência de atividades sobre a biofísica dos raios X, dirigido a professores de biofísica que trabalham no curso de Medicina Veterinária. A proposta tem como objetivo proporcionar aos acadêmicos, ainda no ciclo básico do curso, situações que envolvam os conceitos discutidos na disciplina com a vivência da rotina no campo de atuação do veterinário.

Para o desenvolvimento do material foi adotado como referencial teórico, a aprendizagem baseada em problemas, que defende a implantação de um ensino dinâmico, quer seja na modificação na postura de ensinar dos professores, que, não são os detentores do conhecimento ou meros transmissores de conteúdos e, na motivação dos alunos em aprender e aplicar seu conhecimento no mercado de trabalho (RIBEIRO, 2010).

O diálogo com os autores do referencial teórico foram o alicerce desta pesquisa bem como, a estrutura curricular do curso de MV e as DCNMV, que agregam o discurso da relação entre teoria/prática voltada para a atuação profissional.

A escolha do tema foi realizada por meio de uma sondagem com os professores do curso de MV da Univértix e médicos veterinários. Os resultados da pesquisa mostram uma consonância entres os grupos pesquisados, tanto os professores, quanto os veterinários, optaram em maior número pela escolha da biofísica das radiações e estudo da dinâmica dos fluidos nas suas respostas. Levando em consideração a experiência da autora deste trabalho com a utilização de equipamentos médico-hospitalares em Biofísica, decidiu-se por trabalhar com o tema Biofísica dos Raios X.

Em paralelo, os alunos do curso de MV responderam a um questionário, na forma de estudo dirigido sobre a aplicação da biofísica na área da saúde, tendo como base o artigo do Corso (2009). As respostas dos alunos mostraram o interesse da maioria para a aplicação da biofísica na medicina veterinária, principalmente na utilização de equipamentos para auxiliar na prática profissional no diagnóstico e tratamento de doenças dos animais.

A ideia inicial em relação a esta sondagem com os alunos era de identificar os conhecimentos prévios destes sobre o assunto que seria abordado em sala de aula.

Entretanto, quando os dados foram categorizados e agrupados, foi verificada uma riqueza nas respostas dadas pelos alunos. Dessa maneira, surgiu a decisão da autora em sugerir esta atividade como parte do produto educacional, como uma maneira de buscar uma motivação pela disciplina. Logo, o professor pode utilizar o estudo dirigido como atividade inicial para abrir o estudo da disciplina com novas turmas.

Assim, foi elaborada uma sequência de atividades sobre biofísica dos raios X, de forma a atender o professor de biofísica na elaboração de suas aulas para o curso de Medicina veterinária. As atividades do caderno têm um núcleo central que é o estudo de caso sugerido pela situação-problema, em que os alunos devem montar a ficha clínica do paciente e, a partir da listagem do uso dos equipamentos de raios-X para auxílio do diagnóstico, direcionarem o estudo e suas aplicações para uso da Biofísica e da Medicina veterinária. As atividades servem como guia para orientar os alunos na compreensão do funcionamento dos aparelhos de raios X, na obtenção de imagens, na proteção radiológica, bem como no estudo dos conceitos básicos relacionados com radiação ionizante.

Seguindo os passos de Donoso e Ramos (2005) e Santini e Terrazzan (2004), as atividades que compõem este produto educacional refletem a escolha cuidadosa de exemplos, a criatividade e a flexibilidade da prática docente para enfatizar a importância das disciplinas, no caso a Biofísica, na formação e atuação profissional do aluno.

Acredita-se que outros instrumentos e outras formas de ensinar-aprender vão além dessa proposta de ensino para o curso de MV, principalmente na prática do professor nas instituições de ensino. Desta maneira, é natural que haja a necessidade do professor em fazer adequações dos conteúdos para direcionar o ensino de biofísica a este grupo.

Vale mencionar que apenas o estudo dirigido, sugerido como atividade preliminar da proposta de ensino, foi aplicado à turma de biofísica da Medicina veterinária. A impossibilidade de testar as outras atividades ocorreu devido ao desligamento da autora deste trabalho com a instituição em que a pesquisa foi realizada. Entretanto, várias atividades foram aplicadas separadamente em outras turmas e por isto fazem parte desta proposta de ensino.

A sequência de atividades propostas não considerou o tempo relativo para sua aplicação. Portanto, a forma como as atividades foram elaboradas permite ao

professor selecioná-las de acordo com o planejamento e tempo disponível para suas aulas.

É importante destacar que no esquema montado para a ficha de diagnóstico do paciente há outros caminhos que podem ser seguidos, como por exemplo, o estudo das aplicações do ultrassom na Medicina veterinária. Fica a critério do professor adequar atividades que possam implementar as outras possibilidades de estudo no processo de ensino e aprendizagem.

Nosso desejo que, as reflexões que os grupos pesquisados afluíram, além do diálogo com os autores, possam contribuir para mais pesquisas sobre o tema para auxiliar o trabalho docente tanto na área de MV quanto em outras áreas afins, ampliando o ensino, a pesquisa e a extensão em todos os cursos de forma mais transparente.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Adriana Cavalcanti de. Implementando as novas diretrizes curriculares para a educação médica: o que nos ensinou o caso de Harvard? **Interface- Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v.5, n.8, p.161- 166, fev. 2001. Disponível em:< <http://interface.org.br/wp-content/uploads/2015/01/08.pdf>>. Acesso em: 21 out.2014.
- “ATIVIDADE: Propriedades das emissões radioativas- cargas”. [Brasília]: Portal do professor, 2015. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/919/atividade1/atividade1.htm>>. Acesso em 10 mar.2015.
- AZEVEDO, Luciana Maria dos Santos, et al. A interdisciplinaridade entre a Física e a Arte: o Barroco e o modernismo em uma aula de ciências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007, São Luís, **Anais...** São Luís: SBF, 2007. p.1-8.
- AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por Investigação: problematizando em sala de aula. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org). **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Cap.2, p. 19-33.
- BARDIN, Laurence. **Análise do discurso**. São Paulo: 70 ed. 2011.
- BARROS, Vicente Pereira, Escalas e simplificações: exemplos em sistemas físicos e biológicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 32. n.1,1301. 2010. Disponível em:< <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/321303.pdf>>. Acesso em 25 de mar. 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Medicina Veterinária. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/pces105_02.pdf>. Acesso em 10 jan. 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho nacional de Educação. RESOLUÇÃO CNE/CES 1, de 18 de fevereiro de 2003. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Medicina Veterinária. Diário Oficial da União, Seção 1, Brasília, 20 de fev. p. 15, 2003. . Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/ces012003.pdf>> Acesso em 10 de jan.2014.
- BERBEL, Neusa Aparecida Navas. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface- Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v.5, n.2, p.139- 154, fev. 1998. Disponível em: < <http://interface.org.br/wp-content/uploads/2015/01/v.2-n.2-fevereiro-1998.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2014.
- CABRAL, Hérica do Socorro Rodrigues; ALMEIDA, Kowaska Vieira Guedes. Problem based Learning: Aprendizagem baseada em problemas. **Revista Interfaces: saúde, humanas e Tecnologia**. ano 2, v.2, número especial jun 2014. Disponível em:< <http://interfaces.leaosampaio.edu.br/index.php/revista->

interfaces/article/view/35/42>. Acesso: 05 fev. 2014.

CAMERON, John R.; SKOFRONICK, James. G. Medical physics. New York: John Wiley & Sons, 1978. 615p.

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*, v. 24, n. 1, p. 47-60, mar. 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v24_47.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2013.

CORSO, Gilberto. Os conteúdos das disciplinas de biofísica e a física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p.1-4, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/312703.pdf>>. Acesso 12 de jul.2013.

CYRINO, Eliana Goldfarb; TORRALLES-PEREIRA, Maria Lucia; Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área de saúde: a problematização e aprendizagem baseada em problemas. **Caderno Saúde Pública**, Rio Janeiro, v. 20, n.3, p.780-788, maio/jun. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.org/pdf/csp/v20n3/15.pdf>>. Acesso em 10 jan. 2014.

DONOSO, José Pedro; CARAM, Rosana M.; RAMOS, Alexandre F. Ensino de Física para um curso de arquitetura. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBF, 2005. p.1-4.

DURÁN, José Enrique Rodas, **Biofísica – fundamentos e aplicações**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2003. 318 p.

EIMANTAS, Gisleine. Uso de manequins no ensino da Medicina Veterinária. [entrevista concedida a redação do Boletim APAMVET]. **Boletim da Academia Paulista de Medicina Veterinária**. v.5, n.2, 2014. p.14-16.

FAEDA, Kelly Cristina; MARTINS, Maria Inês. Efeitos Biológicos da Radiação: Avaliação de uma proposta para licenciatura em Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013. São Paulo, **Anais...** São Paulo: SBF, 2013. p.1-8. Disponível em:<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0896-1.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2014.

FERNANDES, Marco A. R. et.al. Radioterapia em medicina veterinária: princípios e perspectivas. **Revista Brasileira de Física Médica**, v.4, n.2.,2010. p.11-14. Disponível em:< http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFM_v4n2_p11-4.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2014.

FILHO DRIGO, Elso. A física no contexto da biologia molecular. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.35, n.1, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/351302.pdf>>. Acesso em: Acesso 12 de jul.2013.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

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

GOLDEMBERG, Ricardo; OTUTUMI, Cristiane. Análise de conteúdo segundo Bardin: procedimento metodológico utilização na pesquisa sobre atual da percepção musical nos cursos de graduação do Brasil. In: SIMPOSIO DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS, 4., 2008. São Paulo. **Anais...** São Paulo: SIMCAM, 2008. p.61-67. Disponível em: <<http://www.abccogmus.org/documents/SIMCAM4.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2014.

GUIMARÃES, Fábio Sander Prado. **Biofísica**: elaboração de um material didático para o curso de Enfermagem. 2010. 93f. Dissertação (Mestrado)- Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte. Disponível em:<http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_GuimaraesFS_1.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2014.

GUIMARÃES, Fábio Sander Prado; DICKMAN, Adriana Gomes; CHAVES, Andréa Carla Leite. **Website**: material de apoio para professores de biofísica aplicada à enfermagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.36, n.3,3506, 2014. Disponível em:< <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/363506.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

HENEINE, Ibraim F. **Biofísica Básica**. São Paulo: Atheneu, 2006.

KLIPPEL, Cintia Chirst. **Física do corpo humano**: elaboração de um material didático para o ensino médio. 2012. 256f. Dissertação (Mestrado)- Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte. Disponível em:<http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_KlippelCC_1.pdf>. Acesso em: 10 jan.2014.

LEITE, Laurinda, et al. Questionamento em manuais escolares de Ciências: desenvolvimento e validação de uma grelha de análise. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 44, p. 127-143, abr/jun. 2012.

LEODORO, Marcos Pires; SANTOS, Rodrigo Corrêa dos. A perspectiva ambiental no ensino de física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007, São Luís, **Anais...** São Luís: SBF, 2007. p.1-10.

LIBARDI, Helena. et al. O lúdico como alternativa na aula de Física para ciências biológicas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011. Manaus, **Anais...** Manaus: SBF, 2011. p.1-6.

LUIZ, Leandro C.; OLIVEIRA, Luís Fernando de; BATISTA, Rafaela T. O uso de ilustrações no ensino e no setor de radiologia como uma proposta para construção dos conceitos de física radiológica e radioproteção. **Revista Brasileira de Física Médica**. v. 5, n. 3, p. 67-70, 2011. Disponível em:<http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFM_v5n3_ArtigoOriginal_p245-52.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2014.

MACHADO, Marcos A. D. et al. Revisão: Radioproteção Aplicada à Medicina Nuclear. **Revista Brasileira de Física Médica**. v.4, n.3. p.47-52, 2010. Disponível em:< http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFMv4n3_ArtOrig_p47-52.pdf>.

Acesso em: 06 mar. 2014.

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>. Acesso em: 26 mar. 2014.

OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê Luiz; CHOW, Cecil. **Física para ciências biológicas e biomédicas**. São Paulo: HARBRA, 1982. 490 p.

OLIVEIRA, Paulo Murilo Castro. O papel das flutuações na biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.29, n.3, p. 377-384, 2007.

“OS CURIOSOS- Raios-X”. [Brasília]: Objetos Educacionais, 2015. Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/16583/V%C3%A4Ddeo/os_curiosos_raios_x.html>. Acesso em: 12 abr.2015.

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 set. 2013.

PIETROCOLA, Mauricio; SOUSA, Wellington B.; UETA, Nobuko. Investigando e Explicando os Raios X- Atividades investigativas sobre raios X com alunos do Ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007, São Luís, **Anais...** São Luís: SBF, 2007. p.1-10.

PFUETZENREITER, Marcia Regina. ZYLBERSZTAIJN, Arden. O ensino de saúde e os currículos dos cursos de medicina veterinária: um estudo de caso. **Interface-Comunic., Saúde, Educ.**, v.8, n.15, p.349-60, mar./ago., 2004.

PINTO, Ana Carolina B. C. et al. Análise preliminar das doses para avaliação da qualidade da imagem em exames radiográficos na Radiologia Veterinária. **Revista Brasileira de Física Médica**. v.4, n.1, p. 67-70, 2010. Disponível em: <http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFMv4n1_p67-70.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2014.

QUINN, Kevin, A practical demonstration for the teaching of x-ray radiotherapy. **Physics Education**. v. 49, n.5, p. 483-485, jul 2014. Disponível em: <iopscience.org/ped>. Acesso em: 06 ago. 2014.

“RADIOATIVIDADE”. [Brasília]: Portal do professor, 2015. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/cd2/conteudo/aulas/1_aula/sim_qui_radioatividade2.htm>. Acesso em 10 mar. 2015.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **Aprendizagem baseada em Problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. São Paulo: EdUSFCAR, 2010, 151p.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (pbl) na educação em engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.27, n.2, p.23-32, 2008.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo; MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. Uma Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na Pós-Graduação em Engenharia sob a Ótica dos Alunos. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina v.25, p.89-102, set 2004.

RODRIGUES NETO, João Ozório; et al. Aprendizagem baseada em problemas: o mito e a realidade. **Cadernos UniFOa**, 16. ed, 2011. Disponível em: <<http://web.unifoa.edu.br/cadernos/edicao/16/79.pdf>>. Acesso em: 26 nov.2014.

RODRIGUES JÚNIOR, Edmundo. **Efeitos Biológicos das radiações não-ionizantes**: uma temática para o ensino médio. 2008. 143f. Dissertação (Mestrado)- Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_JuniorER_1.pdf>. Acesso em: 10 jan.2014.

SCHAURICH, Diego et al. Metodologia da problematização no Ensino em Enfermagem: Uma reflexão do vivido no PROFAE/RS. **Escola Anna Nery R. Enfermagem**. v.11, n.2, p. 318-24, jun. 2007.

SILVA NETO, Jader da; OSTERMANN, Fernanda, PRADO, Sandra Denise. Formação de técnicos em radiologia médica: desenvolvimento de uma página na internet como recurso didático. **Física na escola**. v.11, n.1, p.32-35, 2010. Disponível em:< <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a09.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2014.

SILVA, Wellington Barros da.; DELIZVEICOV, Demétrio. Aprendizagem baseada em problemas e metodologia da problematização: perspectivas epistemológicas, diferenças e similitudes. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: ABRAPEC, 2005. p.1-10.

SANTIAGO, Rosana B., A Relevância do Aprendizado de Física para o Profissional em Oceanografia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBF, 2005. p.1-4.

SANTINI, Nestor Davino; TERRAZAN, Eduardo A. Uso de equipamentos agrícolas para o Ensino de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas. **Anais...** Jaboticatubas: SBF, 2004.p.1-10.

SORDI, Gian Maria A. A. Evolução dos Paradigmas da Proteção Radiológica. **Revista Brasileira de Física Médica**. v.3, n.1, p.35-41, 2009. Disponível em:< http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFM_v5n3_ArtigoOriginal_p245-52.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2014.

SOUZA, Nilana Rodrigues. **Aprendizagem Ativa em Administração**: um estudo da aprendizagem baseada em problemas (pbl) na graduação. 2012. 95f. Dissertação (Mestrado)- Universidade do Vale do Itajaí, Programa de Pós Graduação em Administração, Biguaçu. Disponível em:< <http://siaibib01.univali.br/pdf/Nilana%20Rodrigues%20de%20Souza2012.pdf>>. Acesso em: 13 fev.2015.

TOLEDO JÚNIOR, et al., Aprendizagem baseada em problemas: uma nova referência para construção do currículo médico. **Revista Médica de Minas Gerais**. v.18, n.2, p.123-128, 2008.

VIGGIANO, Esdras. MATTOS, Cristiano Rodrigues. A construção de um instrumento para o levantamento do perfil conceitual de ensinar e aprender. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007, São Luís. **Anais...** São Luís: SBF, 2007.p.1-10. Disponível em:
<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0272-1.pdf>>.
Acesso em: 10 de abr. 2014.

APÊNDICE A - Questionário aplicado aos professores do curso de Medicina Veterinária

Mostramos aqui o questionário aplicado aos professores do curso de Medicina Veterinária da Faculdade Vértice- UNIVERTIX.

Caro professor,

Este questionário faz parte de uma pesquisa sobre OS CONTEÚDOS DE BIOFÍSICA no curso de Medicina Veterinária. Solicitamos sua colaboração e desde já agradecemos as informações fornecidas. Estamos a disposição para qualquer informação em relação à pesquisa.

Obrigada. Érica Muniz: email: ericaemuniz@gmail.com- Mestranda PUC-MINAS

Nome do professor(a) entrevistado:

Formação Acadêmica:

Formação:

() Licenciatura () Bacharelado () Outros; Qual? _____

() Medicina Veterinária () Biologia () Física () Química () outros;
Qual? _____

Titulação: _____

Tempo na função de professor do Ensino superior: _____ anos

1- Assinale os tópicos, com seus respectivos itens sobre Física Biológica, que você considera mais importante para o curso de Medicina Veterinária:

() Escalas em Biologia

- a. Crescimento de uma célula ()
- b. Resistência em organismos de tamanhos diferentes ()
- c. Forma e tamanho ()

() Forças e Biomecânica

- a. Forças fundamentais e derivadas ()
- b. Forças elásticas ()

- c. Forças de atrito ()
- d. Força muscular ()
- e. Momento de uma ou torque ()
- f. Alavancas ()

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

- a. Energia potencial gravitacional ()
- b. Energia potencial elástica ()
- c. Energia potencial molecular ()
- d. Outras modalidades de energia ()
- e. Lei da conservação ()
- f. Energia térmica ()
- g. Energia química ()
- h. Energia interna e razão metabólica ()
- i. Utilização de energia pelos vários órgãos do corpo ()
- j. Realização de trabalho externo ()
- k. Perda de calor pelo corpo ()
- l. Conservação da energia no corpo ()

() Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte no Meio Infinito

- a. Pressões atmosférica e hidrostática ()
- b. Flutuação: o princípio de Arquimedes ()
- c. Tensão superficial e atração capilar ()
- d. Transporte em um meio infinito ()
- e. Difusão: Lei de Fick ()
- f. Viscosidade e difusão ()
- g. Osmose: pressão osmótica ()

() Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, Transporte Ativo

- a. Campo elétrico: Lei de Coulomb ()
- b. Potencial elétrico e energia potencial ()
- c. Capacitores ()
- d. Potencial de uma membrana celular ()
- e. Corrente elétrica e lei de Nernst-Planck ()
- f. Potenciais de Nernst e Donnan ()
- g. Transporte ativo de íons: bomba de sódio-potássio ()

() Membranas Excitáveis, potenciais de ação e Eletorreceptores

- a. Condutância elétrica e membranas excitáveis ()
- b. Potencial de ação de membranas excitáveis ()
- c. Potencial de ação nas fibras cardíacas ()

() Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos

- a. Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos ()
- b. Reflexão e refração da luz ()
- c. Fibras ópticas ()
- d. Raios de luz atravessando meios transparentes ()
- e. Biofísica da visão ()
- f. Fotorreceptor óptico ()
- g. Princípios físicos da fotorreceptividade ()
- h. Visão noturna ()
- i. Visão da ultravioleta ()
- j. Lentes e instrumentos ópticos ()
- k. Formação de uma imagem ()
- l. Convergência de uma lente ()
- m. Lente de aumento e lupa simples ()
- n. Microscópio óptico ()
- o. Ametropias oculares ()

() Fenômenos Ondulatórios

- a. Tipos de ondas ()
- b. Princípio da superposição ()
- c. Velocidade de propagação da onda em meios elásticos ()
- d. Teorema de Fourier ()
- e. Ondas estacionárias ()
- f. Transporte de Energia por ondas ()
- g. Som ()
- h. Ondas sonoras ()
- i. Intensidade do Som ()
- j. Sistema Vibrantes ()
- k. Ressonância ()
- l. Fonação ()
- m. O ouvido ()
- n. O ultrassom e seu uso na medicina ()
- o. Geração e detecção das ondas ultrassônicas ()
- p. Formação de imagens ()
- q. Efeitos biológicos do ultrassom ()

() Biofísica das Radiações

- a. Conceitos básicos sobre radiação ()
- b. Tipos de radiação e suas características ()
- c. Aplicação das radiações na saúde e no meio ambiente ()
- d. Proteção radiológica ()
- e. Unidades de radiação ()
- f. Lei da desintegração radioativa ()
- g. Relação entre a constante de desintegração e a meia-vida ()
- h. Atividade ()
- i. Vida media ()
- j. Raios X ()
- k. Efeitos biológicos das radiações ()

Outros _____(especificar)

2) Justifique sua escolha pelos tópicos assinalados.

3) Dos tópicos apresentados no questionários quais tem ligação com a disciplina que você leciona? Explique.

4) Espaço para qualquer comentário que desejar.

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

APÊNDICE B - Questionário aplicado aos Veterinários (as)

Mostramos aqui o questionário aplicado aos Médicos (as) Veterinários

Caro Veterinário,

Este questionário faz parte de uma pesquisa sobre OS CONTEÚDOS DE BIOFÍSICA no curso de Medicina Veterinária. Solicitamos sua colaboração e desde já agradecemos as informações fornecidas. Estamos a disposição para qualquer informação em relação à pesquisa.

Obrigada. Érica Muniz: email: ericaemuniz@gmail.com- Mestranda PUC-MINAS

Nome do profissional (a) entrevistado:

Formação Acadêmica:

Formação: Medicina Veterinária

Titulação: _____

Tempo de atuação no mercado de trabalho: _____ anos

Especifique sua prática profissional:

2- Assinale os tópicos, com seus respectivos itens sobre Física Biológica, que você considera mais importante para o curso de Medicina Veterinária:

() Escalas em Biologia

- a. Crescimento de uma célula ()
- b. Resistência em organismos de tamanhos diferentes ()
- c. Forma e tamanho ()

() Forças e Biomecânica

- a. Forças fundamentais e derivadas ()
- b. Forças elásticas ()

- c. Forças de atrito ()
- d. Força muscular ()
- e. Momento de uma ou torque ()
- f. Alavancas ()

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

- a. Energia potencial gravitacional ()
- b. Energia potencial elástica ()
- c. Energia potencial molecular ()
- d. Outras modalidades de energia ()
- e. Lei da conservação ()
- f. Energia térmica ()
- g. Energia química ()
- h. Energia interna e razão metabólica ()
- i. Utilização de energia pelos vários órgãos do corpo ()
- j. Realização de trabalho externo ()
- k. Perda de calor pelo corpo ()
- l. Conservação da energia no corpo ()

() Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte no Meio Infinito

- a. Pressões atmosférica e hidrostática ()
- b. Flutuação: o princípio de Arquimedes ()
- c. Tensão superficial e atração capilar ()
- d. Transporte em um meio infinito ()
- e. Difusão: Lei de Fick ()
- f. Viscosidade e difusão ()
- g. Osmose: pressão osmótica ()

() Bioeletricidade, Lei de Nernst-Planck, Transporte Ativo

- a. Campo elétrico: Lei de Coulomb ()
- b. Potencial elétrico e energia potencial ()
- c. Capacitores ()
- d. Potencial de uma membrana celular ()
- e. Corrente elétrica e lei de Nernst-Planck ()
- f. Potenciais de Nernst e Donnan ()
- g. Transporte ativo de íons: bomba de sódio-potássio ()

() Membranas Excitáveis, potenciais de ação e Eletorreceptores

- a. Condutância elétrica e membranas excitáveis ()
- b. Potencial de ação de membranas excitáveis ()
- c. Potencial de ação nas fibras cardíacas ()

() Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos

- a. Óptica Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos ()

- b. Reflexão e refração da luz ()
- c. Fibras ópticas ()
- d. Raios de luz atravessando meios transparentes ()
- e. Biofísica da visão ()
- f. Fotorreceptor óptico ()
- g. Princípios físicos da fotorreceptividade ()
- h. Visão noturna ()
- i. Visão da ultravioleta ()
- j. Lentes e instrumentos ópticos ()
- l. Formação de uma imagem ()
- m. Convergência de uma lente ()
- n. Lente de aumento e lupa simples ()
- o. Microscópio óptico ()
- p. Ametropias oculares ()

() Fenômenos Ondulatórios

- a. Tipos de ondas ()
- b. Princípio da superposição ()
- c. Velocidade de propagação da onda em meios elásticos ()
- d. Teorema de Fourier ()
- e. Ondas estacionárias ()
- f. Transporte de Energia por ondas ()
- g. Som ()
- h. Ondas sonoras ()
- i. Intensidade do Som ()
- j. Sistema Vibrantes ()
- k. Ressonância ()
- l. Fonação ()
- m. O ouvido ()
- n. O ultrassom e seu uso na medicina ()
- o. Geração e detecção das ondas ultrassônicas ()
- p. Formação de imagens ()
- q. Efeitos biológicos do ultrassom ()

() Biofísica das Radiações

- a. Conceitos básicos sobre radiação ()
- b. Tipos de radiação e suas características ()
- c. Aplicação das radiações na saúde e no meio ambiente ()
- d. Proteção radiológica ()
- e. Unidades de radiação ()
- f. Lei da desintegração radioativa ()
- g. Relação entre a constante de desintegração e a meia-vida ()
- h. Atividade ()
- i. Vida média ()
- k. Raios X ()
- l. Efeitos biológicos das radiações ()

Outros _____(especificar)

2) Justifique sua escolha pelos tópicos assinalados.

3) Dos tópicos apresentados no questionários quais tem ligação com o campo de trabalho que você atua? Explique.

4) Espaço para qualquer comentário que desejar.

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

APÊNDICE C- Professores pesquisados: formação e tempo de atuação na docência

Professor	Formação acadêmica	Tempo de atuação
P1	Bacharelado em Medicina Veterinária, Mestre.	4 anos
P2	Bacharelado em Zootecnia, Mestre.	10 anos
P3	Bacharelado em Farmácia, Mestre.	7 anos
P4	Licenciatura em Letras, Mestre.	10 anos
P5	Bacharelado em Medicina Veterinária, Mestre.	2 meses
P6	Bacharelado em Medicina Veterinária, Mestre.	2 meses
P7	Bacharelado em Medicina Veterinária, Mestre.	4 anos
P8	Bacharelado em Medicina veterinária, Mestre.	1 ano
P9	Licenciatura em matemática, Mestre.	7 anos
P10	Bacharelado em Serviço Social, Mestre.	3 anos
P11	Bacharelado em Administração, Mestre.	9 anos
P12	Bacharelado em Sistemas de Informação, Especialista.	3 anos

APÊNDICE D- Formação acadêmica, experiência e tempo de atuação dos veterinários pesquisados.

Veterinário	Formação acadêmica	Tempo de atuação
V1	Bacharelado em Medicina Veterinária.	24 anos
V2	Bacharelado em Medicina Veterinária. Especialista em Clínica Cirúrgica	25 anos
V3	Bacharelado em Medicina Veterinária. Especialista em Clínica Médica e Cirúrgica.	17 anos
V4	Bacharelado em Medicina Veterinária. Especialista em Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais.	2 anos
V5	Bacharelado em Medicina Veterinária.	1 ano
V6	Bacharelado em Medicina Veterinária, Mestre em Cirurgia.	10 anos

APÊNDICE E- Respostas dos professores para questões 2, 3

E1: Respostas dos professores para questão 2.

Professor	Natureza das Respostas
P1	Todos os tópicos apresentam ligação direta com a fisiologia animal (matéria que leciono).
P2	Física e Geométrica, Biofísica da Visão e instrumentos Ópticos, Biofísica das radiações uma vez que leciono a disciplina de Fotointerpretação que trabalha imagens formadas através da refletância da luz solar através de objetos na superfície terrestre. -Também na disciplina de forragicultura quando estudamos a produtividade das pastagens relacionadas com nutrição, energia solar e umidade do solo e do ar. Energia, outras modalidades de energia e conservação da energia no corpo utilizada na disciplina nutrição animal. _ Fluidos, Tensão Superficial, Capilaridade e Transporte no Meio Infinito na disciplina de Climatologia e na produção hidropônica.
P3	Todos os assinalados relacionam-se com as disciplinas que trabalho que são as de Bioquímica I e II e Farmacologia.
P4	Estão ligados apenas indiretamente.
P5	Escalas em Biologia, esses conhecimentos são necessários para compreensão das características básicas de microbiologia, na disciplina de Microbiologia Geral, assim como os itens de osmose, no que diz respeito a controle microbiano, formulação de meios de cultivo e microscópio óptico, importante para parte prática de análise microbiana, classificação e análises. A biofísica das radiações está mais ligada à disciplina de Saúde pública que ministro, quanto ao seu potencial risco biológico e à Microbiologia de Alimentos, que embora não seja dada como disciplina isolada em veterinária como em outros cursos, como na farmácia, é visto dissipado em outras disciplinas.
P6	Efeitos biológicos da radiação; Microscópio óptico; Potencial de uma membrana celular; Osmose: pressão osmótica Viscosidade e difusão; Crescimento de uma célula. Leciono as disciplinas de Imunologia, Microbiologia Veterinária e Doenças infecciosas e esses tópicos são importantes para o entendimento do crescimento microbiano em diversas circunstâncias, assim como a ação e difusão de antimicrobianos e outros fármacos durante o tratamento de infecções.
P7	Instrumentos ópticos – correlaciona-se à disciplina de Patologia Clínica Veterinária devido à grande importância da microscopia óptica no diagnóstico. Fenômenos ondulatórios e biofísica das radiações –conteúdos de base para a disciplina de Diagnóstico por Imagem na Medicina Veterinária.
P8	Não respondeu.
P9	Todos os itens analisados e assinalados tem relação direta com a fisiologia animal e vegetal levando todas as relações físicas e químicas.

Fonte: Dados da pesquisa.

E2: Respostas dos professores para questão 3.

Professor	Respostas
P1	Considero os tópicos totalmente aplicados à fisiologia animal e clínicas médicas.

P2	Segundo o que me lembro do meu curso de Zootecnia das disciplinas de Biofísica e do meu entendimento específico assinalei os tópicos que acreditei mais importantes.
P3	Fornecem conhecimento básico; importantes para o estudo de diversas disciplinas/conteúdos como: <ul style="list-style-type: none"> • Relação com as disciplinas que trabalho. • Aplicação com outras disciplinas. • Aplicação no dia a dia.
P4	Escolha impressionística.
P5	“Escalas em Biologia”, para as disciplinas básicas de microbiologia e imunologia são importantes. Segundo, “Fluidos”, principalmente pressão osmótica como sendo um dos mecanismos de controle microbiano e equilíbrio celular. Transporte ativo de íons, importante na sobrevivência de toda célula viva. “Óptica Física”, importante para uma visão geral da funcionalidade de vários instrumentos de rotina laboratorial. “Fenômenos ondulatórios”, no que diz respeito a utilização do ultrassom em diagnóstico por imagem. “Biofísica das radiações”, de relevância no diagnóstico por imagem, mecanismo utilizado para esterilização de alimentos e produtos laboratoriais, além do potencial risco biológico.
P6	Acredito que estes tópicos auxiliariam o entendimento prático de diversas disciplinas do curso de Medicina Veterinária.
P7	Todos os itens assinalados são áreas do conhecimento básico de importância para o entendimento e melhor aproveitamento das disciplinas profissionalizantes.
P8	Não respondeu.
P9	Estatística e levantamento de experimentos na genética ou seja, melhoramento.

APÊNDICE F- Respostas dos veterinários para as questões 2, 3

F1: Respostas dos veterinários para questão 2.

Veterinário	Respostas
V1	Todos os tópicos fazem parte da rotina clinica de pequenos animais ou tem alguma relação
V2	São todos inerentes a compreensão total da clínica e seus auxiliares, como meios de diagnóstico de imagem, bioproteção, mecanismos fisiológicos e aplicações cirúrgicas.
V3	Minha escolha foi baseada na rotina clinica cirúrgica.
V4	Raios X, ultrassom, pois ajudam muito no diagnóstico.
V5	Não respondeu.
V6	Todos os itens assinalados são utilizados de uma forma ou outra no dia a dia da clinica veterinária. Tanto para o diagnóstico, quanto para o entendimento do caso como para a escolha do melhor tratamento.

F2: Respostas dos veterinários para questão 3.

Veterinário	Respostas
V1	Todos os tópicos sugeridos, tem alguma relação com a pratica da clinica veterinária que é muito ampla. Durante um exame clinico completo verificamos a saúde do paciente examinando-o detalhadamente de acordo com cada caso precisamos de exames auxiliares para o diagnóstico como radiografia, ultrassonografia e eletrocardiografia. Usamos também outros aparelhos que auxiliam o exame clico como o estetoscópio, oftalmoscópio, otoscópio e negatoscópio.
V2	Todos de certa maneira têm alguma ligação. Sendo tantos tópicos ficaria enfadonha a descrição de cada um.
V3	Radiação (radiografia), ondas (ultrassom), fórmulas para cálculo de medicação.
V4	Raios X, ultrassonografia e estudo das células.
V5	Não respondeu.
V6	A questão celular é importante para se entender o comportamento das doenças. A questão das alavancas contribui para boas decisões durante uma cirurgia ortopédica que é rotina na medicina veterinária. As questões relacionadas aos raios-X são de extrema importância, pois, é um exame de rotina na veterinária. Todos devem saber usá-lo e principalmente se proteger dos seus efeitos indesejáveis.

**APÊNDICE G: Questionário do estudo dirigido aos alunos do curso de
Medicina Veterinária
Atividade Avaliativa**

Artigo: Os conteúdos das disciplinas de biofísica e a física

Autor: Gilberto Corso

Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 2, 2703

Ano: 2009

Leia o artigo em anexo e responda as questões abaixo: use uma folha a parte para responder, destaque o artigo e entregue esta folha grampeada a sua folha de resposta.

- 1) Cite as aplicações da biofísica na área da saúde.
- 2) Por que a fisiologia necessita tanto dos conhecimentos de biofísica?
- 3) Pesquise sobre a Lei de Bernoulli e cite uma aplicação.
- 4) O que é impedância acústica? Cite um exemplo, com base no artigo.
- 5) Diferencie as três áreas que são abordadas dentro da física médica.
- 6) O que é mais importante no aprendizado da Biofísica de acordo com texto?
- 7) Discuta a importância dos equipamentos na área bioengenharia na instrumentação médica. A Biofísica tem papel relevante neste contexto? Justifique.
- 8) Cite pelo menos três grandezas físicas do texto. Relacione sua importância no estudo da Biofísica.
- 9) Depois da leitura do artigo, dê sua opinião em relação à importância da biofísica na profissão do veterinário.
- 10) Para você, o que é mais importante nesta disciplina: a biofísica voltada para a saúde ou para o meio ambiente? Justifique.

ANEXO A - Resumo da Matriz Curricular do Curso de Medicina Veterinária da Univértix.

Unidades de Ensino Modular	CH
Introdução à Computação	40
Biologia Celular e Molecular	80
Histologia Geral e Embriologia	80
Sócio-antropologia	40
Redação Técnica e Metodologia da Ciência	40
Anatomia Veterinária I	120
Introdução à Medicina Veterinária e Bem Estar Animal	40
Genética Animal	40
Bioquímica I	80
Elementos de Estatística	40
Histologia Veterinária	100
Anatomia Veterinária II	120
Extensão Rural	40
Parasitologia Geral	40
Microbiologia Geral	40
Melhoramento Animal	60
Biofísica	60
Bioquímica II	80
Fisiologia Veterinária I	80
Patologia Veterinária I	80
Microbiologia Veterinária	100
Semiologia Veterinária I	40
Farmacologia Geral	60
Parasitologia Veterinária	100
Fisiologia Veterinária II	80
Patologia Veterinária II	80
Semiologia Veterinária II	40
Medicina Veterinária Legal, Deontologia e Legislação Veterinária	40
Imunologia Veterinária	80
Farmacologia Veterinária	60
Doenças Parasitárias dos Animais Domésticos	80
Epidemiologia e Medicina Veterinária Preventiva	80
Clínica e Terapêutica de Pequenos Animais	100
Diagnóstico por Imagem	60
Laboratório Clínico Veterinário	80
Clínica e Terapêutica de Grandes Animais	100
Anestesiologia Veterinária	80
Clínica Médica de Pequenos Animais	100
Forragicultura e Plantas Tóxicas	40
Nutrição Animal	80
Técnica Operatória Veterinária	100
Clínica Médica de Grandes Animais	100
Produção de Suínos	40
Produção de Aves	40
Produção de Ruminantes	40
Reprodução Animal I	100
Doenças Infecciosas dos Animais Domésticos	80
Tecnologia de Produtos de Origem Animal	80
Clínica Cirúrgica Veterinária	100
Ginecologia, Obstetrícia e Neonatologia Veterinária	60
Produção de Equídeos	40
Economia e Gestão de Interesse Veterinário	40
Doenças das Aves	60
Biodiversidade, Saneamento, Manejo e Gestão Ambiental	40
Reprodução Animal II	100
Medicina Veterinária na Saúde Pública	40
Trabalho de Conclusão de Curso	80
Inspeção de Produtos de Origem Animal	80
Tópicos Especiais	40
Estágio Supervisionado	440
Atividades Complementares	200
Carga Horária Total do Curso	4.680

ANEXO B- Competências e Habilidades Gerais e Específicas das DCNMV

Competências Gerais:

- **Atenção à saúde:** os profissionais de saúde, dentro de seu âmbito profissional, devem estar aptos a desenvolver ações de prevenção, promoção, proteção e reabilitação da saúde, tanto em nível individual quanto coletivo. Cada profissional deve assegurar que sua prática seja realizada de forma integrada e contínua com as demais instâncias do sistema de saúde, sendo capaz de pensar criticamente, de analisar os problemas da sociedade e de procurar soluções para os mesmos. Os profissionais devem realizar seus serviços dentro dos mais altos padrões de qualidade e dos princípios da ética/bioética, tendo em conta que a responsabilidade da atenção à saúde não se encerra com o ato técnico, mas sim, com a resolução do problema de saúde, tanto em nível individual como coletivo;
- **Tomada de decisões:** o trabalho dos profissionais de saúde deve estar fundamentado na capacidade de tomar decisões visando o uso apropriado, eficácia e custo efetividade, da força de trabalho, de medicamentos, de equipamentos, de procedimentos e de práticas. Para este fim, os mesmos devem possuir competências e habilidades para avaliar, sistematizar e decidir as condutas mais adequadas, baseadas em evidências científicas;
- **Comunicação:** os profissionais de saúde devem ser acessíveis e devem manter a confidencialidade das informações a eles confiadas, na interação com outros profissionais de saúde e o público em geral. A comunicação envolve comunicação verbal, não-verbal e habilidades de escrita e leitura; o domínio de, pelo menos, uma língua estrangeira e de tecnologias de comunicação e informação;
- **Liderança:** no trabalho em equipe multiprofissional, os profissionais de saúde deverão estar aptos a assumir posições de liderança, sempre tendo em vista o bem estar da comunidade. A liderança envolve compromisso, responsabilidade, empatia, habilidade para tomada de decisões, comunicação e gerenciamento de forma efetiva e eficaz;
- **Administração e gerenciamento:** os profissionais devem estar aptos a tomar iniciativa, fazer o gerenciamento e administração tanto da força de trabalho, dos recursos físicos e materiais e de informação, da mesma forma que devem estar aptos a ser empreendedores, gestores, empregadores ou lideranças na equipe de saúde;
- **Educação permanente:** os profissionais devem ser capazes de aprender continuamente, tanto na sua formação, quanto na sua prática. Desta forma, os profissionais de saúde devem aprender a aprender e ter responsabilidade e compromisso com a sua educação e o treinamento/estágios das futuras gerações de profissionais, proporcionando condições para que haja benefício mútuo entre os futuros profissionais e os profissionais dos serviços, inclusive, estimulando e desenvolvendo a mobilidade acadêmico/profissional, a formação e a cooperação através de redes nacionais e internacionais.

O médico veterinário deve estar apto, no seu âmbito profissional, a desenvolver ações voltadas à área de Ciências Agrárias no que se refere à Produção Animal, Produção de Alimentos, Saúde Animal e Proteção Ambiental.

Competências e Habilidades Específicas:

O Curso de Graduação em Medicina Veterinária deve assegurar, também, a

formação de profissional nas áreas específicas de sua atuação: sanidade e produção animal, saúde pública, biotecnologia e preservação ambiental, com competências e habilidades específicas para:

- respeitar os princípios éticos inerentes ao exercício profissional;
- interpretar sinais clínicos, exames laboratoriais e alterações morfo-funcionais;
- identificar e classificar os fatores etiológicos, compreender e elucidar a patogenia, bem como, prevenir, controlar e erradicar as doenças que acometem os animais;
- instituir diagnóstico, prognóstico, tratamento e medidas profiláticas, individuais e populacionais;
- elaborar, executar e gerenciar projetos agropecuários, ambientais e afins à profissão;
- desenvolver, programar, orientar e aplicar as modernas técnicas de criação, manejo, nutrição, alimentação, melhoramento genético; produção e reprodução animal;
- planejar, executar, gerenciar e avaliar programas de saúde animal, saúde pública e de tecnologia de produtos de origem animal;
- executar a inspeção sanitária e tecnológica de produtos de origem animal;
- planejar, elaborar, executar, gerenciar e participar de projetos nas áreas de biotecnologia da reprodução e de produtos biológicos;
- planejar, organizar e gerenciar unidades agroindustriais;
- realizar perícias, elaborar e interpretar laudos técnicos em todos os campos de conhecimento da Medicina Veterinária;
- planejar, elaborar, executar, gerenciar, participar de projetos agropecuários e do agronegócio;
- relacionar-se com os diversos segmentos sociais e atuar em equipes multidisciplinares da defesa e vigilância do ambiente e do bem-estar social;
- exercer a profissão de forma articulada ao contexto social, entendendo-a como uma forma de participação e contribuição social;
- conhecer métodos e técnicas de investigação e elaboração de trabalhos acadêmicos e científicos;
- assimilar as constantes mudanças conceituais e evolução tecnológica apresentadas no contexto mundial;
- avaliar e responder com senso crítico as informações que estão sendo oferecidas durante a graduação e no exercício profissional.