

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**ATIVIDADES DIDÁTICAS DE FÍSICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE
PROFESSORES DE BIOLOGIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aline Gonçalves

Santa Maria, RS, Brasil

2019

ATIVIDADES DIDÁTICAS DE FÍSICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

Por

Aline Gonçalves

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências**.

Orientadora: Profa. Dra. Inés Prieto Schmidt Sauerwein

Santa Maria, RS, Brasil

2019

Gonçalves, Aline
Atividades Didáticas de Física na Formação Inicial de
Professores de Biologia / Aline Gonçalves.- 2019.
134 p.; 30 cm

Orientador: Inés Prieto Schmidt Sauerwein
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2019

1. Potencialidades 2. Atividades didáticas 3. Física
4. Recursos tecnológicos 5. Atividades investigativas I.
Prieto Schmidt Sauerwein, Inés II. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**ATIVIDADES DIDÁTICAS DE FÍSICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE
PROFESSORES DE BIOLOGIA**

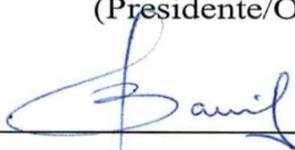
elaborada por
Aline Gonçalves

como requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Educação em Ciências

COMISSÃO EXAMINADORA:



Inés Prieto Schmidt Sauerwein, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)



Cláudia Smaniotto Barin, Dra. (UFSM)



Italo Gabriel Neide, Dr. (UNIVATES)

Santa Maria, 26 de fevereiro de 2019

DEDICATÓRIA

- À minha família, pelo incondicional incentivo e afeto.
- Aos meus afilhados, que, muitas vezes, sem entender a minha ausência, sempre me receberam com carinho e sorriso no rosto.
- À minha *best*, Vanessa, por me aguentar nos momentos de angústia e loucura e incentivar sempre!

AGRADECIMENTOS

Sou feita de retalhos.

Pedacinhos coloridos de cada vida que passa pela minha e que vou costurando na alma.

Nem sempre bonitos, nem sempre felizes, mas me acrescentam e me fazem ser quem eu sou.

Em cada encontro, em cada contato, vou ficando maior...

Em cada retalho, uma vida, uma lição, um carinho, uma saudade...

Que me tornam mais pessoa, mais humana, mais completa.

E penso que é assim mesmo que a vida se faz: de pedaços de outras gentes que vão se tornando parte da gente também.

E a melhor parte é que nunca estaremos prontos, finalizados...

Haverá sempre um retalho novo para adicionar à alma.

Portanto, obrigada a cada um de vocês, que fazem parte da minha vida e que me permitem engrandecer minha história com os retalhos deixados em mim. Que eu também possa deixar pedacinhos de mim pelos caminhos e que eles possam ser parte das suas histórias.

E que assim, de retalho em retalho, possamos nos tornar, um dia, um imenso bordado de "nós".

Cris Pizzimenti

Sendo feita de retalhos, agradeço as todas às pessoas e entidades que, de uma maneira ou de outra, colaboraram para a realização deste trabalho e, em destaque:

- À minha “grande família”, por me mostrarem o caminho, oportunizando realizar sonhos.
- À minha avó Maria Blandina, que, mesmo não estando em mundo material, sempre está junto comigo.
- Ao “Vei”, parte fundamental deste estudo, por estar sempre ao meu lado, me dando forças para acreditar em mim mesma. Ao agradecer a Vanessa, manifesto gratidão a sua família, por me acolherem como filha.
- À Professora Inés, pela confiança, pelos anos de convivência e aprendizado. Ao agradecer minha orientadora, manifesto os meus agradecimentos ao professor Ricardo, pelas coorientações.
- À Professora Sabrina Zancan e aos estudantes que fizeram parte da realização deste trabalho.
- Aos professores da banca examinadora, pela leitura crítica e pelas sugestões realizadas.
- A UFSM, minha segunda casa, ao PPG: Química da Vida e Saúde e a CAPES, pelo suporte financeiro.
- Por fim, a Deus, por ter me dado força nessa jornada e oportunidade de conhecer e conviver nessas entidades e com todas essas pessoas.

RESUMO

ATIVIDADES DIDÁTICAS DE FÍSICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

Autora: Aline Gonçalves

Orientadora: Profa. Dra. Inés Prieto Schmidt Sauerwein

A presente pesquisa de mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), constitui-se em investigar a viabilidade de um conjunto de atividades didáticas (ADs) como ferramentas nas aulas de Física no curso de Ciências Biológicas Licenciatura da Universidade Federal de Santa Maria – *campus* sediado em Palmeira das Missões/RS. Nessa perspectiva, desenvolvemos, implementamos e avaliamos cinco ADs – baseadas em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Consideramos que os recursos das TIC, por si só, não produzem mudanças no processo de ensino e aprendizagem, assim sendo, as atividades investigativas surgem com uma possível alternativa para potencializar e flexibilizar o aprendizado, tornando o estudante sujeito ativo do processo. Propusemos o seguinte problema de pesquisa: Qual a viabilidade de aplicação de um conjunto de ADs, utilizando simulações computacionais (SC) de forma investigativa para o estudo de fenômenos físicos no curso de Ciências Biológicas? Com o propósito de responder esse problema, utilizamos, para nortear nosso trabalho, a concepção de pesquisa baseada na metodologia *Education Design Research* (EDR). Na prática, a EDR busca identificar um problema real em contextos concretos de ensino e aprendizagem e, uma vez delineado o problema, propõe o desenvolvimento de uma investigação científica, buscando uma possível solução. Em nossa pesquisa, o encaminhamento foi através das ADs desenvolvidas, implementadas extra classe pelos estudantes e avaliadas no portal online gxq. Os resultados apontados nesta pesquisa indicam que a sequência de ADs cumpre com o seu objetivo principal de investigar as potencialidades das referidas tarefas como ferramentas nas aulas de Física no curso de Ciências Biológicas. A partir da análise do questionário inicial, do contato por mensagem digital, da análise das questões propostas e do questionário individual de cada atividade, evidenciamos que as ADs, apresentam potencialidades de aplicação e contribuem para o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar.

Palavras-chaves: Potencialidades. Atividades didáticas. Física. Recursos tecnológicos. Atividades investigativas.

ABSTRACT

**DIDACTIC ACTIVITIES IN PHYSICS FOR BIOLOGY TEACHERS INITIAL
FORMATION**

Author: Aline Gonçalves

Advisor: Prof. Dr. Inés Prieto Schmidt Sauerwein

The current masters degree research presented to course Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, of Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), has constituted in investigating the feasibility of a set didactic activities (DAs) as tools in the Physics classes in Biological Sciences Undergraduate Course of Universidade Federal de Santa Maria - campus located in Palmeira das Missões/RS. In this perspective, we developed, implemented, and evaluated five DAs - based on Information and Communication Technologies (ICT). We considered the ICT resources, by itself, not produce changes in teaching and learning process, therefore, the investigative activities arise with a possible alternative to enhance and make more flexible the learning, becoming each student the process active subject. We proposed the following research problem: What is the application feasibility of a DAs set, using computational simulations (CS) as an investigative way to physics phenomena study in Biological Sciences Undergraduate Course? With the purpose of answering this problem, we use, to guide our work, the research conception based on methodology Education Design Research (EDR). In practice, the EDR seeks to identify a real problem in concrete contexts of teaching and learning and, once the problem is drawn, it purposes the scientific investigation development, searching for a possible solution. In our study, the referral was through DAs developed, implemented in extra class activities, by the students and evaluated in online portal gxq. The results pointed out in this survey indicate that DAs sequence comply with main objective to investigate the potentialities of such tasks as tools on Physics classes to Biological Sciences course. Starting from the analysis of the initial questionnaire, from digital message contact, from proposed questions analysis, and from individual questionnaire for each activity, we evidence that DAs, present application potentialities and contribute to scientific and technological knowledge in an interdisciplinary perspective.

Keywords: Potentialities. Didactic activities. Physics. Technological resources. Investigative activities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quantidade de artigos encontrados para cada recurso didático.....	42
Figura 2 – Ciclos de um processo de pesquisa baseada em EDR	46
Figura 3 – Etapas de um processo baseado em EDR.....	50
Figura 4 – Interface portal gxq.....	56
Figura 5 – Interface portal gxq professor.....	57
Figura 6 – Interface portal gxq aluno	58
Figura 7 – Gráfico média idade público alvo.....	68
Figura 8 – Índice de alunos que conhecem o PhET.....	69
Figura 9 – Processo Formas de energia e transformações.....	73
Figura 10 – Processo placa solar e sol – aluno F.....	77
Figura 11 – Processo fonte primária chaleira – aluno H.....	79
Figura 12 – Modelo de escala desenvolvido por Likert (1932)	84
Figura 13 – Questionário final das ADs.....	85
Figura 14 – Gráfico em relação ao trabalho – AD01.....	86
Figura 15 – Gráfico em relação à dificuldade – AD01.....	87
Figura 16 – Gráfico em relação ao interesse – AD01.....	87
Figura 17 – Gráfico avaliação de forma geral – AD01.....	88
Figura 18 – Gráfico em relação ao trabalho – AD02.....	89
Figura 19 – Gráfico em relação à dificuldade – AD02.....	90
Figura 20 – Gráfico em relação ao interesse – AD02.....	90
Figura 21 – Gráfico avaliação de forma geral – AD02.....	91
Figura 22 – Gráfico em relação ao trabalho – AD03.....	92
Figura 23 – Gráfico em relação à dificuldade – AD03.....	93
Figura 24 – Gráfico em relação ao interesse – AD03.....	93
Figura 25 – Gráfico avaliação de forma geral – AD03.....	94
Figura 26 – Gráfico em relação ao trabalho – AD04.....	95
Figura 27 – Gráfico em relação à dificuldade – AD04.....	96
Figura 28 – Gráfico em relação ao interesse – AD04.....	96
Figura 29 – Gráfico avaliação de forma geral – AD04.....	97
Figura 30 – Gráfico em relação ao trabalho – AD05.....	98
Figura 31 – Gráfico em relação à dificuldade – AD05.....	99

Figura 32 – Gráfico em relação ao interesse – AD05.....	99
Figura 33 – Gráfico avaliação de forma geral – AD05.....	100
Figura 34 – Representação avaliação de forma geral – ADs.....	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Listagem dos periódicos escolhidos	41
Quadro 2 – Resumo das etapas de EDR em nosso trabalho.....	50
Quadro 3 – Resumo ADs em nosso trabalho.....	61

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AD - Atividade Didática

ADs – Atividades Didáticas

ADI – Atividade Didática Investigativa

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CNE – Conselho nacional de educação

EB – Educação Básica

EDR – *Educational Design Research*

EI - Educação Infantil

EM - Ensino Médio

LD - Livros Didáticos

MEC - Ministério da Educação

MPEAC – Métodos e processos de ensino aprendizagem em Ciências

OA - Objetos de aprendizagem

PCN – Parâmetros curriculares nacionais

PIBID - Programa Institucional de Bolsas para Iniciação à Docência

PhET – Portal *Physics Education Technology*

PPC - Projeto Pedagógico de Curso

PPGEC-QVS – Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

RP – Resolução de Problemas

RS – Rio Grande do Sul

SC – Simulação Computacional

SEB - Secretaria de Ensino Médio e Tecnológica

SEED - Secretaria de Educação a Distância

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

UFSM – Universidade Federal de Santa Maria

USP - Universidade de São Paulo

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - AD01: Energia Térmica e Temperatura.....	113
APÊNDICE B – AD02: Formas de energia e suas transformações.....	115
APÊNDICE C - AD03: Física das radiações I.....	117
APÊNDICE D - AD04: Ondas transversais e longitudinais.....	119
APÊNDICE E - AD05: Ondas – principais grandezas associadas.....	122
APÊNDICE F – Questionário inicial.....	125
APÊNDICE G – Resumo dos principais trabalhos revisão bibliográfica.....	127

ANEXOS

Anexo 1 –Ementa/programa da disciplina.....	131
--	-----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
CAPÍTULO 1 - TRAÇANDO CAMINHOS: DO APREÇO PELA PRÁTICA DOCENTE A PESQUISA NO ENSINO DE FÍSICA.....	22
1.1 Justificativa.....	22
1.2 Ensino de Física: os documentos norteadores e o contexto atual	24
1.3 Contexto de pesquisa.....	29
1.4 Objetivo geral	30
1.5 Objetivos específicos	31
1.6 Percorso metodológico para o alcance dos objetivos	31
CAPÍTULO 2 – RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA	32
2.1 Objetos de aprendizagem: potencialidades para ensinar Física.....	32
2.2 Simulações computacionais como objeto de estudo.....	33
2.3 Portal <i>Physics Education Tecnology</i> (PhET).....	35
2.4 Atividades investigativas no ensino de Física como recurso didático.....	38
2.5 Simulação computacional e atividades investigativas nas publicações das áreas de ensino e pesquisa de Física/ciências	40
3. EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH COMO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	45
3.1 <i>Education Design Research</i>	45
3.2 Resultados de pesquisa baseada em EDR.....	47
3.3 Características da pesquisa baseada em EDR.....	47
3.4 A pesquisa em EDR em nosso contexto de trabalho	50
4. AS ATIVIDADES DIDÁTICAS E AS ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO.....	54
4.1 Contexto de aplicação.....	54
4.2 Portal gxq como repositório.....	55
4.3 Justificativa das ADs	59
4.4 Objetivos gerais das ADs	59
4.5 Procedimentos de Implementação	59
4.6 Atividades didáticas.....	60
5. RESULTADOS	66
5.1 Instrumentos de coletas de dados	66
5.1.1. Questionário inicial.....	67
5.1.2. Contato por mensagem digital.....	69
5.1.4. Questionários de opinião individuais das ADs	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
REFERÊNCIAS	107

APÊNDICES.....	112
APÊNDICE A - AD01: Energia Térmica e Temperatura.....	113
APÊNDICE B - AD02: Formas de energia e suas transformações	115
APÊNDICE C - AD03: Física das Radiações - I	117
APÊNDICE D - AD04: Ondas Transversais e Longitudinais.....	119
APÊNDICE E - AD 05: Ondas - Principais Grandezas Associadas	122
APÊNDICE F - <i>Questionário Inicial - Pesquisa disciplina Física aplicada à biologia ..</i>	125
APÊNDICE G - Resumo dos principais trabalhos da revisão bibliográfica.....	127
ANEXOS	134

INTRODUÇÃO

Atualmente, diante das inúmeras e significativas mudanças no contexto social do nosso país e, conseqüentemente, na educação básica e superior, exige-se cada vez mais do professor a capacidade de articular os diferentes saberes escolares à prática social e ao desenvolvimento de competências, ou seja, o trabalho do professor torna-se continuamente mais complexo, exigindo desse profissional uma atitude reflexiva diante de tantas mudanças.

Neste sentido, é necessário repensar a Formação dos Professores, inclusive a inicial, para que esses novos profissionais, que serão também alguns dos protagonistas do sistema escolar no decorrer de sua carreira profissional, saibam enfrentar as novas e diversificadas tarefas que lhes são confiadas no ambiente de trabalho e na formação permanente: a Escola.

O tornar-se e ser professor constitui uma atividade que requer reflexão e formação permanente. Em consonância com essa visão de que a Formação de Professores dá-se através de um processo e que esse profissional precisa “reinventar-se” a fim de atender as demandas que lhe forem solicitadas, é necessário uma formação reflexiva sobre a prática que, segundo Schön (1992), é dividida em três ideias centrais: a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão sobre a reflexão na ação.

As aulas de Física têm sido relatadas na literatura como predominantemente expositivas, onde o professor, embasando-se na utilização do livro como recurso didático, não somente para o trabalho com os alunos, mas também para o planejamento de suas aulas, apenas expõe o conteúdo, sem ou com muito pouca discussão acerca dos fenômenos que estão sendo abordados.

Ao contrapor os resultados dos estudos realizados e anteriormente citados, recomenda-se também que sejam consideradas as características individuais de cada aluno por entender-se que a construção do conhecimento se dará de maneira diferente para cada indivíduo (Gardner, 1994). Em consonância com essa ideia, Coll (2000) ressalta que a adaptação dos diferentes métodos de ensino e o ensino adaptativo constituem uma estratégia de resposta à diversidade dos alunos que implica uma individualização maior do ensino e que melhor adapta-se à ótica e às posições sobre a natureza e a origem das diferenças individuais.

Uma maneira de satisfazer essas diferenças individuais é organizar o ensino com planejamentos de aula que utilizem diversificados recursos, que busquem contemplar de forma ampla o público-alvo da aula. Na literatura específica da área, planejar consiste em prever as ações que serão realizadas em prol de um ou mais objetivos. Sendo assim, segundo Libâneo

(2008), planejar uma aula, ou ainda uma atividade didática, implica definir os procedimentos, recursos e formas de avaliação, a fim de atingir o propósito dela.

Em consonância com as considerações e reflexões expostas, apresentamos, como pesquisa, atividades didáticas de Física na formação inicial de professores de biologia, buscando investigar a exequibilidade e a potencialidade de um conjunto de atividades didáticas (ADs) como ferramentas nas aulas de Física no curso de Ciências Biológicas Licenciatura da Universidade Federal de Santa Maria – *campus* sediado em Palmeira das Missões/RS.

Nessa perspectiva, desenvolvemos, implementamos e avaliamos cinco ADs – baseadas em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Consideramos que os recursos das TIC, por si só, não produzem mudanças no processo de ensino e aprendizagem, as atividades investigativas surgem com uma excelente alternativa para potencializar e flexibilizar o aprendizado, tornando o estudante sujeito ativo do processo.

O foco de estudo desta pesquisa é analisar o processo de exequibilidade das ADs de caráter de simulação computacional, fazendo-o de forma investigativa, considerando essa constatação, propusemos o seguinte problema de pesquisa: **Qual a viabilidade de aplicação de um conjunto de ADs utilizando simulações computacionais (SC) de forma investigativa para o estudo de fenômenos físicos no curso de Ciências Biológicas?**

Para que seja possível investigar e responder o problema, a presente dissertação está estruturada em cinco capítulos e as considerações finais, os quais serão apresentados, de modo breve, a seguir.

No capítulo 1 - **Traçando caminhos: do apreço pela prática docente à pesquisa no ensino de Física**, buscamos justificar a escolha da problemática e as nossas intenções para o desenvolvimento desta pesquisa. Para tanto, o leitor será convidado a conhecer um pouco da história dessa pesquisadora, analisando os caminhos trilhados até a constituição da presente pesquisa. Além disso, neste capítulo, explicitamos o objetivo geral e os objetivos específicos que orientaram o trabalho.

No capítulo 2 – **Recursos tecnológicos no ensino de Física**, fazemos uma discussão acerca dos aportes conceituais sobre o emprego das novas tecnologias da informação e da comunicação como ferramentas didáticas no ensino de Física. Apresentamos o portal escolhido (Phet/Colorado) que disponibiliza as simulações a serem empregadas. Por entender que o foco da dissertação está amparado na composição de utilização de simulação computacional de

caráter investigativo, discutimos também, neste capítulo, o recurso didático atividades investigativas no Ensino de Física.

No capítulo 3 – *Educational design research como procedimento metodológico*, são tecidas algumas discussões referentes à metodologia utilizada para desenvolver e guiar o nosso trabalho. Nossos procedimentos metodológicos dar-se-ão na perspectiva de pesquisa baseada em *design* em educação.

No capítulo 4 - **As atividades didáticas e as estratégias de aplicação**, delinearemos uma descrição das ADs. Além disso, apresentaremos o contexto em que a pesquisa está inserida e o público alvo: ingressantes do curso licenciatura em Ciências biológicas, no *campus* Palmeira das Missões/UFSM. Também, no capítulo, apresentamos a plataforma online gxq¹, repositório das referidas atividades.

Ao final, no capítulo 5 – **Resultados**, os dados estão organizados de modo a apresentar e discutir os elementos derivados dos processos de questionário inicial, contato por mensagem digital, análise das questões propostas e questionários de opinião a partir da implementação de cada ADs.

Por fim, nas **considerações finais**, apontamos algumas sinalizações indicadas pelo estudo, realizando uma retomada em relação à construção desta pesquisa, desde os dados pontuados nos resultados até algumas indicações de continuidade dessa dissertação de mestrado.

¹ O portal gxq foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa Métodos e Processo de Ensino e Aprendizagem em Ciências (MPEAC) e tem o objetivo de ser o repositório de todas as informações necessárias a realização das atividades. Link para acesso <http://boltz.ccne.ufsm.br/gxq/aline/fisbio>

CAPÍTULO 1 - TRAÇANDO CAMINHOS: DO APREÇO PELA PRÁTICA DOCENTE A PESQUISA NO ENSINO DE FÍSICA

Buscamos justificar a escolha da problemática e as nossas intenções para o desenvolvimento desta pesquisa. Para tanto, o leitor será convidado a conhecer um pouco da história dessa pesquisadora, analisando os caminhos trilhados até a constituição da presente pesquisa. Além disso, explicitamos o objetivo geral e os objetivos específicos que orientaram o trabalho.

1.1 Justificativa

Em minha rotina escolar no Ensino Médio (EM), detinha habilidade para resolver exercícios de matemática, o que, ao final do trimestre, garantia a aprovação e as férias adiantadas, mas perguntas, tais como: “O que é ciência? O que é pesquisa? Como ensinar?” não faziam parte do meu dia a dia.

Não me agradava muito o português, sempre “brigava” com os tempos verbais e a acentuação, mas sobrevivia. Gostava muito de biologia, sempre tive apreço e, nessa disciplina, ouvi pela primeira vez a palavra “ciência”, sem saber ao certo o seu significado, apenas ficando com a lembrança da definição anotada na lousa, palavra que deriva do latim *scientia* e significa "conhecimento" ou "saber".

Ao concluir o EM, as expectativas eram grandes com relação ao futuro e fui fazer o vestibular para a Biologia na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a “maior” universidade do interior do estado, além de, logisticamente, a mais próximo da cidade onde nasci, São Borja/RS. Sonho para muitos, frustração para mim por não aprovar no vestibular para Ciências Biológicas.

Então, fui fazer cursinho e apaixonei-me pela Física, tudo fazia sentido: os fenômenos eram explicados, os cálculos enfim tinham uma aplicação prática. O professor que ministrava a disciplina fez toda diferença, observando o seu amor ao trabalho e sua dedicação, comecei a aprender a gostar do trabalho docente. As motivações inspiravam-me e, em pouco tempo, a apostila de Física já estava com os exercícios todos feitos, de modo que, em meses, estava ingressando no curso de Licenciatura Plena em Física.

Quando ingressei no curso de Licenciatura Plena em Física na UFSM, no primeiro semestre de 2010, vinha carregada de sonhos, motivada, com a possibilidade de ensinar a Física,

ciência fascinante, que estuda os fenômenos da natureza e mais: queria ensinar de uma forma diferente daquela que me foi oferecida no EM, em que a base era a memorização de equações e a resolução de longas listas.

Procurei, no curso, alternativas que me possibilitassem a aproximação com o meu público alvo, alunos de EM. Queria situar-me e entender mais o dinamismo da escola, a rotina, algo que antes só tinha vivenciado como aluna. Neste sentido, recebi a oportunidade, no terceiro semestre, sendo selecionada para participar como bolsista de iniciação à docência do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).

O PIBID é um programa da ação da Política Nacional de Formação de Professores do Ministério da Educação (MEC) que, à época, proporcionava aos alunos em formação dos cursos de licenciaturas uma proximidade da prática com a rotina das escolas de Educação Básica (EB), bem como inserção no contexto escolar real. Essa foi a primeira experiência como professora e foi onde, aos poucos, comecei a traçar os primeiros passos do ato de ensinar, sempre sendo instigada e norteada por mais perguntas:

O que é ensinar?

Para que ensinar?

Para quem ensinar?

Como ensinar?

No PIBID, fui bolsista aproximadamente três anos e meio, o que me garantiu, no futuro, certa tranquilidade nos estágios, já que estava habituada com o ambiente escolar. Participei de outros projetos na UFSM, porém, os de iniciação científica, que me aproximaram da área de pesquisa. Desse modo, posso afirmar que minha trajetória acadêmica contribuiu muito para a minha formação na área de ensino de ciências/ensino de Física, motivando a ingressar no mestrado.

Aprovada no mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - Química da Vida e Saúde (PPGEC-QVS), no primeiro semestre de 2017, iniciei a trajetória como pós-graduanda fazendo parte do grupo de pesquisa denominado Métodos e Processos de Ensino-Aprendizagem de Ciências (MPEAC).

O grupo em questão surgiu a partir do trabalho conjunto de pesquisadores atuantes no PPGEC-QVS. Entre as linhas de atuação do grupo, está a produção de atividades que envolvam

a investigação de problemas de ensino e aprendizagem de ciências. E uma vez identificada a problemática, propor soluções e verificar se elas adequam-se às necessidades apontadas. Vale ressaltar que essa ação está diretamente relacionada com a prática do professor pesquisador.

Durante a graduação, participando de projetos, constantemente fui instigada a desenvolver materiais didáticos, de autoria própria, empregando metodologias com uma abordagem dinâmica. As referidas experiências ao longo de minha graduação instigaram, no mestrado, a dar continuidade a esse trabalho, desenvolvendo ADs e investigando as suas potencialidades. Para tanto, nessas tarefas, focamos na integração de dois recursos: simulação computacional (SC) e atividades investigativas (AI).

As SC como ferramentas didáticas proporcionam ao aluno um ambiente interativo de aprendizagem, característica que nos levou a escolher esse recurso para o desenvolvimento das ADs. Porém, as SC isoladamente não produzem mudanças no processo de ensino e aprendizagem, assim sendo, as AI surgem como alternativa para potencializar o aprendizado, haja vista que envolvem o estudante em um processo de reflexão e tomada de decisões frente aos desafios propostos.

Esses caminhos traçados justificam o interesse em estudar o problema de pesquisa: **Qual a viabilidade de aplicação de um conjunto de ADs utilizando simulações computacionais (SC) de forma investigativa para o estudo de fenômenos físicos no curso de Ciências Biológicas?**

Em decorrência do nosso problema de pesquisa, julgamos necessário explicitar o que consideramos ser essa viabilidade nas referidas ADs, a saber:

- Testar a potencialidade técnica da plataforma online gxq;
- Investigar a aceitabilidade das ADs pelos estudantes;
- Avaliar a efetividade das ADs e se ambas têm potencial para fomentar nos alunos a prática de aprendizagem.

1.2 Ensino de Física: os documentos norteadores e o contexto atual

A Física é uma ciência que permite conhecer as leis gerais da natureza que regulam o desenvolvimento dos processos, tanto dos fenômenos que nos cercam, como no universo em geral. Através das leis da Física, podemos compreender fenômenos que, muitas vezes, passam

despercebidos, como a capacidade de enxergarmos, caminharmos, ouvirmos, ou até mesmo fenômenos mais complexos ao nosso entendimento, como, por exemplo, o movimento dos planetas.

A formação que habilita ensinar Física é a licenciatura plena na área. Em nível superior, o art. 62 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de nº 9.394/1996 ressalta que cursos de licenciatura plena devem observar diretrizes curriculares nacionais para a formação inicial em nível superior (resolução nº 2/2015), normas nacionais do Ministério da Educação (MEC) e do Conselho Nacional de Educação (CNE).

Em dois de julho de 2015, foi publicada no Diário Oficial da União a Resolução n.2 (dois), de primeiro de julho de 2015, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Essa Diretriz norteia, a partir da data de publicação, os cursos de formação de professores.

Percebemos, no texto da resolução, que existe um incentivo quanto à articulação entre ensino superior e educação básica. Em termos exemplificativos, no que se refere à Base Comum Nacional para a formação dos profissionais do magistério para a educação básica, o capítulo II da Resolução, em seu Artigo 5º, define que:

Art. 5º A formação de profissionais do magistério deve assegurar a base comum nacional, pautada pela concepção de educação como processo emancipatório e permanente, bem como pelo reconhecimento da especificidade do trabalho docente, que conduz à práxis como expressão da articulação entre teoria e prática e à exigência de que se leve em conta a realidade dos ambientes das instituições educativas da educação básica e da profissão. (BRASIL, 2015 p. 6).

Essa formação será possível à medida que houver uma articulação sistemática entre a organização dos cursos de licenciatura no ensino superior e a educação básica. Além disso, para atender as orientações contidas nesses documentos, o professor deve estar apto para gerir as atividades pedagógicas de sua competência, guiando-se pelas normas nacionais que apresentam um conjunto de princípios, fundamentos e procedimentos gerais. A fim de atender essas expectativas, os currículos dos cursos de licenciatura precisam ser organizados de maneira a contemplar os saberes necessários para a formação docente (PIMENTA, 2000; TARDIF, 1999).

Em termos de orientações curriculares, porém, no âmbito do EM, nível de atuação do profissional habilitado para o ensino de Física, podemos citar os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e ainda não menos importante, referirmos o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Esses documentos explicitam a ideia sobre qual formação que a escola precisa proporcionar aos seus estudantes.

Os PCN propostos pelo MEC são referências para os níveis de ensino fundamental e médio de todo o país e embasam-se em diretrizes com o objetivo principal de orientar professores por meio da normatização de fatores considerados fundamentais para cada disciplina. Apontam para um modelo de ensino próximo ao cotidiano, em que os alunos desenvolvem competências e habilidades para compreender e intervir na sociedade, estimulando, assim, um ensino voltado para a formação do cidadão.

As orientações para a Física nos PCN estão expostas nos documentos relacionados às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e são apontadas para o EM. No documento em questão, é ressaltado que a Física:

(...) deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. (BRASIL, 2002, p. 59)

Essas competências em Física constituem estratégias de ensino que propõem ao aluno em situação de aprendizagem exercitar as práticas de aprender, sendo ativo e reflexivo no dia a dia. Por seu turno, essas competências pontuadas nos PCN estão relacionadas com a *investigação e compreensão* dos fenômenos físicos, com a utilização da *linguagem Física e de sua comunicação* e relacionam-se com sua *contextualização histórico e social*.

É perceptível que os PCN são norteados por competências que visam orientar quanto às estratégias de ensino para EB. Essas competências são constituídas por várias habilidades, que vão desde o estabelecimento de conexões entre conceitos e conhecimentos tecnológicos ao desenvolvimento do espírito de cooperação, de responsabilidade, entre inúmeras outras.

Outro documento que norteia o ensino em todas as etapas da EB, desde a Educação Infantil (EI) até o final do EM, é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), vale ressaltar que, ainda para o EM, está em processo de discussão no Conselho Nacional de Educação (CNE). Esse documento de caráter normativo é referência para a elaboração de currículos, definindo, assim, o conjunto de estratégias e aprendizagens necessárias que os alunos devem alcançar ao longo das etapas na escola. Assim como nos PCN, a BNCC também se fundamenta em competências e habilidades, sendo que, no documento, são pontuadas dez competências gerais da EB, a saber:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos adquiridos.
2. Exercitar a curiosidade intelectual.
3. Valorizar a cultura.
4. Utilizar diferentes linguagens.
5. Desenvolver cultura digital.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais.
7. Exercitar o poder de argumentação.
8. Promover o autoconhecimento.
9. Desenvolver a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação.
10. Estimular a responsabilização e o exercício da cidadania.

De acordo com o MEC, não existe uma hierarquia entre as 10 competências gerais, cada uma tem o seu valor e todas devem articular-se fundamentadas por habilidades desenvolvidas a partir de atividades em sala de aula, trabalhadas em cada uma das áreas de conhecimento – Linguagens, Matemática, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e Ensino Religioso. Na BNCC, a disciplina de Física, junto com Biologia e Química integram a área de conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A referida área de conhecimento compartilha também competências específicas que devem articular-se com as competências gerais que abrangem as três disciplinas, sendo que não há habilidades específicas para cada uma das áreas, mas habilidades gerais. No documento em questão, encontramos três competências a saber:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem

processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, p. 539)

Analisando as dez competências gerais e mais essas três da área das Ciências da Natureza pontuadas na BNCC, percebemos que as relações de aprendizagem ligadas à tecnologia ganham um expressivo espaço. Ademais, a articulação dessas competências apontam para a formação de alunos/cidadãos com senso crítico, argumentativo, levando em consideração valores éticos, do mundo que os cercam.

Não menos importante e com objetivo diferente se comparado aos dois documentos anteriores, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), realizado também no âmbito do MEC, contribuí para a melhoria da EB no país, disponibilizando obras didáticas para estudantes da rede escolar pública. O PNLD oferece livros em todas as áreas de conhecimento e, na área da Física, o guia de Livros Didáticos (LD) apresenta uma vasta quantidade de obras com o componente curricular para o EM. Na organização de uma proposta de ensino de Física, o PNLD elenca alguns elementos considerados fundamentais para contextualizar o conhecimento desenvolvido em seus livros, a saber:

- O papel da contextualização no ensino de Física.
- Resolução de problemas.
- Atividades experimentais.
- Atividades investigativas.
- Utilização de recursos computacionais.

Ao pontuar e explicitar cada um desses elementos, o PNLD aponta para elementos considerados fundamentais no processo de ensino aprendizagem de Física. Cada elemento

apresentado tem a sua importância e cabe ao professor saber escolher, para tanto é necessário que esse profissional em sua ação pedagógica faça alguns questionamentos para nortear o seu trabalho:

1. O que ensinar?
2. Para que ensinar?
3. Para quem ensinar?
4. Como ensinar?

O primeiro questionamento está relacionado com a seleção dos conteúdos que, segundo Zabala (1998), são classificados como conceituais, atitudinais e procedimentais a serem ensinados aos alunos. O segundo questionamento refere-se à para que ensinar, está relacionado à função social da disciplina, ou seja, quais as contribuições da disciplina para formar um cidadão. Para tanto, é necessário conhecer o público alvo, quais as características gerais desse público, quais os seus anseios, a sua faixa etária, definir para quem ensinar, que deve ser o nosso terceiro questionamento. O como ensinar, que se constitui também como uma indagação, está ligado diretamente às metodologias de ensino.

Esses quatro questionamentos devem estar bem claros para o professor, independentemente do nível de escolarização que se pretende ensinar. Os documentos citados anteriormente, PCN, BNCC e PNLD, dão suporte para responder essas questões. Através desses documentos, embasam-se os pilares do ensino e, no ensino de Física, não é diferente, a existência de competências e habilidades a serem atingidas no ensino desenvolvem no aluno a capacidade de mobilizar recursos que visem resolver problemas dos mais simples aos mais complexos no mundo atual.

1.3 Contexto de pesquisa

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), ao longo de sua história, expandiu as suas atividades acadêmicas e a sua instalação Física, de modo que a estrutura dentro os muros do *campus* sede não foi suficiente para as demandas inerentes da sociedade acadêmica do estado do Rio Grande do Sul e do Brasil. Sendo assim, extensões da referida universidade foram criados pelo estado gaúcho.

Atualmente, além dos cursos oferecidos na sede, em Santa Maria, a universidade conta com três unidades em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul, sendo elas: *Campus* Cachoeira do Sul, Unidade Descentralizada de Educação Superior de Silveira Martins e Centro de Educação Superior Norte-RS (CESNORS) - Com *campus* localizados nas cidades de Frederico Westphalen e Palmeira das Missões.

De interesse para o presente estudo, no *campus* sediado em Palmeira das Missões, são ofertados sete cursos presenciais, um EAD de graduação e dois cursos de pós-graduação. Dentre os cursos, tem-se o de Ciências Biológicas Licenciatura, que tem como objetivo a formação de profissionais habilitados ao exercício das funções de ensino, pesquisa e da área técnica das Ciências Biológicas, como atividades de conservação ambiental, em laboratórios de análises, no setor agrícola e industrial, além de prestar consultorias e assessorias na área de competência, conforme estabelece o Conselho Federal de Biologia (UFSM, 2005).

Segundo o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) de biologia, no primeiro semestre letivo, os acadêmicos devem matricular-se na disciplina de Física aplicada à biologia (DCB1036). O objetivo da disciplina é que, ao final, o aluno seja capaz de “*identificar os princípios básicos da Física relacionados aos seres vivos. Elaborar, adaptar e executar atividades que possam ser desenvolvidas no ensino fundamental e/ou médio*” (UFSM, 2010). Quanto ao conteúdo de Física, a disciplina está dividida em cinco unidades, a saber: Física das radiações, energia, fenômenos ondulatórios, fluidos e fenômenos elétricos.

Anteriormente citado, no âmbito da pós-graduação, faço parte do grupo Métodos e Processos de Ensino e Aprendizagem de Ciências (MPEAC). Através das reuniões do grupo, conheci a docente responsável por ministrar a disciplina no *campus* sediado em Palmeira das Missões. Ela ressaltou que já vinha ministrando essa disciplina em anos anteriores e que tinha certa inquietação/preocupação por não ter formação em Física, mas em matemática licenciatura.

Dado o contexto apresentado, direcionei a minha pesquisa de mestrado na busca por dar suporte para o desenvolvimento da disciplina no segundo semestre de 2018. Para tanto, minha tarefa foi desenvolver, aplicar e avaliar atividades didáticas que visem dar suporte conceitual e procedimental no processo de aprendizagem dos referidos alunos.

1.4 Objetivo geral

Desenvolver, implementar e analisar atividades didáticas como ferramentas nas aulas de Física aplicada à biologia do curso de ciências biológicas, campus Palmeira das Missões, estudando a viabilidade das referidas atividades no presente estudo.

1.5 Objetivos específicos

Para a consecução do objetivo geral, foram delimitados os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um conjunto de AD utilizando simulação computacional de caráter investigativo, enfatizando o estudo dos fenômenos físicos;
- Implementar as AD em uma turma de licenciatura em Ciências biológicas (DCB1036);
- Analisar a relação que os alunos estabelecem entre fenômenos e conceitos;
- Analisar a viabilidade de aplicação do conjunto de AD.

1.6 Percurso metodológico para o alcance dos objetivos

Configuramos alguns procedimentos metodológicos norteadores da pesquisa, a saber:

- Analisar os PCN a BNCC e o PNLD, documentos que norteiam os cursos de licenciatura em Física, com foco na concepção de ensino-aprendizagem e nas estratégias de ensino presentes;
- Buscar subsídios para o desenvolvimento das ADs, através de pesquisa bibliográfica em publicações de periódicos das áreas de ensino e pesquisa em ensino de Física e Ciências, com foco nos recursos das TIC, suas potencialidades e desafios no ensino de Física,
- Desenvolver, implementar e analisar atividades didáticas na perspectiva de pesquisa baseada em *Education Design Research* (EDR).

CAPÍTULO 2 – RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA

Nesse capítulo, fazemos uma discussão acerca dos aportes conceituais sobre o emprego das novas tecnologias da informação e da comunicação como ferramentas didáticas no ensino de Física. Apresentamos o portal escolhido (Phet/Colorado) que disponibiliza as simulações a serem empregadas. Por entender que o foco da dissertação está amparado na composição de utilização de simulação computacional de caráter investigativo, discutimos também, neste capítulo, o recurso didático atividades investigativas no Ensino de Física.

2.1 Objetos de aprendizagem: potencialidades para ensinar Física

Atualmente, as tecnologias da informação e da comunicação (TIC) ditam um novo cenário em contextos de aprendizagem. Muitas são as expectativas de aprendizagem por meio dessa nova ferramenta e cada vez mais aumenta a procura por esses recursos que facilitem a visualização dos fenômenos, que sejam reutilizáveis, que tragam interatividade e sejam de fácil acesso.

Os objetos de aprendizagem (OA) representam uma TIC. Em pesquisas na literatura, encontramos autores, tais como Wiley (2000), Tarouco e Dutra (2007), Reategui; Boff; Finco (2010), Sá e Machado (2004) que se referem a OA como materiais educacionais digitais ou não, que podem ser combinados, recombinaados e reutilizados com o objetivo claro de ensinar, possibilitando um aprendizado rico e flexível, à medida que propiciam a interatividade e a autonomia do aprendizado.

A utilização desse recurso didático, em atividades bem estruturadas e planejadas, acrescenta muito no processo de ensino aprendizagem e só é possível ter sucesso se o professor for um bom mediador. Arantes, Miranda e Studart (2010) salientam que os objetos de aprendizagem configuram-se em “recursos digitais em diferentes formatos tais como: vídeo, áudio, modelagem, animação e simulação computacional com certas características específicas no processo de ensino e aprendizagem”. Neste sentido, em poucas palavras, destacamos três objetos de aprendizagem, a saber:

- **Modelagem:** A modelagem, segundo Macintyre (2002), foi introduzida no ensino da matemática no último século. São ferramentas desenvolvidas com o intuito de representar e/ou interpretar situações teóricas da realidade.
- **Animação:** De acordo com Freitas Filho (2008), consiste em empregar certas técnicas matemáticas em computadores, objetivando imitar um processo ou uma operação do mundo real. Dessa maneira, para elaborar uma animação, é necessário construir um modelo computacional correspondente à situação real que se deseja simular.
- **Simulação:** Segundo Freitas Filho (2008), contempla uma animação, porém é mais abrangente, pois permite ao aluno não somente manipular o evento, mas conhecer e/ou modificar as relações entre as grandezas físicas presentes.

Percebemos que os referidos OA relacionam-se entre si e constituem-se como importantes ferramentas na melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Ademais, Medeiros e Medeiros (2002) chamam a atenção em seu trabalho, *Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física*, que as animações e as simulações são baseadas em modelagem e os limites de validade dessa modelagem necessitam estar explícitos para professores e alunos, caso contrário, haverá danos potenciais no processo de utilização.

2.2 Simulações computacionais como objeto de estudo

Souza (2013) destaca que, como professores, encontramos suporte nos livros didáticos para explicar e descrever o acontecimento dos fenômenos, porém, o abstrato faz parte da rotina de quem se propõe ensinar Física, independente do nível de escolarização. Os fenômenos explicados por vezes são difíceis de serem visualizados somente por meio de palavras, números, figuras, desenhos, entre outros meios de demonstração.

Dada essa dificuldade de mostrar o abstrato e como os fenômenos físicos ocorrem é que pontuamos, nessa seção, a importância da simulação computacional no ensino de Física. Entendemos que as simulações constituem objetos de aprendizagem que possibilitam aos alunos observar a evolução temporal de um fenômeno que poderia levar horas, dias, meses ou anos em tempo real, além disso permitem ao estudante repetir a observação sempre que o desejar (TAVARES, 2008).

Outro aspecto importante a ser ressaltado quanto à utilização desse recurso é a possibilidade do aluno poder ser ativo e independente nas testagem da situação apresentada, buscando, assim, num processo de reflexão, as respostas para o entendimento do fenômeno. De acordo com Miranda e Bechara (2004), as simulações são adotadas não somente para resolver problemas, mas também como uma atividade de iniciação científica. Para tanto, o professor deve propor atividades nas quais os alunos identificam o problema, as variáveis significativas, elaborando hipóteses para a sua solução, decidindo a melhor maneira de obter os dados.

Medeiros e Medeiros (2002) assinalam que encontramos na literatura muitos defensores que apontam as vantagens para a utilização das simulações no ensino. Dentre os autores encontrados, destacamos: Lopes e Feitosa (2009), Machado e Nardi (2006), Toniato et al. (2006), Pietrocola e Brockinton (2007), Fiolhais e Trindade (2003). Ainda os referidos autores ressaltam que Gaddis (2000), em seu trabalho de doutorado, fez um levantamento das principais justificativas apontadas para o uso de simulações, a saber:

[...] reduzir o 'ruído' cognitivo de modo que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos nos experimentos; fornece um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos; permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente; permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses; engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade; envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica; apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos; tornar conceitos abstratos mais concretos; reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos; servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório; desenvolver habilidades de resolução de problemas; promover habilidades do raciocínio crítico; fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos; auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta; acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual. (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 80)

São diversificadas as justificativas para o uso do recurso didático simulação computacional. Cabe ao professor saber escolher o objeto de aprendizagem de acordo com os

objetivos e pressupostos planejados. Sendo assim, é preciso conhecer as potencialidades que o simulador oferece, bem como analisar a qualidade. Na internet, encontramos uma variedade de objetos de aprendizagem que apresentam erros conceituais, para evitar é preciso testar e selecionar o OA que atendam aos objetivos que se pretende atingir.

Devido à confiabilidade das simulações, em nosso trabalho, escolhemos o portal PhET para desenvolver o conjunto de ADs de Física para biologia. Arantes, Miranda e Studart (2010) destacam que o PhET possui uma abordagem baseada em pesquisa, na qual as simulações são planejadas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas no sítio. Ainda salientam que a testagem e as entrevistas realizadas com diversos estudantes são fundamentais para o entendimento sobre como eles interagem com simulações e o que as torna efetivas educacionalmente.

2.3 Portal *Physics Education Technology* (PhET)

O PhET² é um projeto fundado em 2002 por Carl Wieman, ganhador do Prêmio Nobel, desenvolvido pela Universidade do Colorado (EUA). No portal, encontramos um diversificado repositório de simulações interativas gratuitas de Matemática, Química, Física, Biologia e Ciências da Terra, para vários níveis de ensino como Primário, Ensino Fundamental, Ensino Médio e Universitário. Todas as simulações são de código aberto e são escritas em Java³, Flash⁴ ou HTML5⁵, podendo ser executadas on-line ou baixadas para o computador.

Na página inicial do portal, encontramos a informação que as simulações antes de serem lançadas no *site* são devidamente testadas e avaliadas, através de entrevistas de alunos e de

² Disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/

³ Linguagem de programação e plataforma computacional lançada pela primeira vez pela Sun Microsystems em 1995. Existem muitas aplicações e *sites* que não funcionarão, a menos que você tenha o Java instalado, e mais desses são criados todos os dias. O Java é rápido, seguro e confiável. Texto disponível em https://www.java.com/pt_BR/download/faq/whatis_java.xml

⁴ Tecnologia mais utilizada no Web que permite a criação de animações vetoriais. O interesse no uso de gráficos vetoriais é que estes permitem realizar animações de pouco peso, ou seja, que demoram pouco tempo para serem carregadas. Texto disponível em <http://www.criarweb.com/flash/>

⁵ Linguagem baseada no conceito de hipertexto, que são conjuntos de elementos ligados por conexões, que podem ser palavras, imagens, vídeos, áudio, documentos etc. que, quando conectados, formam uma grande rede de informação. A conexão feita em um hipertexto é algo imprevisto que permite a comunicação de dados, organizando conhecimentos e guardando informações relacionadas. Texto disponível em <https://www.devmedia.com.br/o-que-e-o-html5/25820>

observações do uso da simulação em salas de aula, o que garante, ao final, uma maior eficácia didática. Para nortear o planejamento e o desenvolvimento das simulações, na interface do portal PhET, acham-se alguns princípios de design considerados essenciais para a construção das simulações, a saber:

- Incentivar a investigação científica;
- Fornecer interatividade;
- Tornar visível o invisível;
- Mostrar modelos mentais visuais;
- Incluir várias representações (por exemplo, objeto de movimento, gráficos, números, etc.);
- Usar conexões com o mundo real;
- Dar aos usuários a orientação implícita (por exemplo, através de controles de limite) na exploração produtiva;
- Criar uma simulação que possa ser flexivelmente usada em muitas situações educacionais.

Percebemos que são diversificados os critérios para a construção dos objetos de aprendizagem do PhET. Esses critérios são fundamentais para manter o nível de qualidade das simulações disponíveis. Outro ponto positivo que os seus criadores apontam é o *feedback* rápido que o simulador dá aos usuários na medida que interagem com a ferramenta, conseqüentemente, essa resposta rápida instiga o usuário a investigar as relações de causa e efeito, respondendo a perguntas científicas propostas através da exploração da simulação.

Para trabalhar Física, as simulações são agrupadas em sete categorias, a saber:

- Movimento;
- Trabalho, Energia e Potência;
- Som e Ondas;
- Calor e Termodinâmica;
- Eletricidade, Magnetismo e Circuitos,
- Luz e Radiação;
- Fenômenos Quânticos.

A escolha do referido portal justifica-se, em nosso trabalho, devido à diversidade de simulações disponíveis e alguns aspectos, entre os quais, destacamos:

- **Confiabilidade:** as simulações são testadas e avaliadas antes de ficarem à disposição no repositório, o que garante eficiência e usabilidade do software;
- **Interatividade:** as simulações desenvolvidas são altamente interativas;
- **Facilidade de acesso:** é fácil acessar os simuladores do PhET, eles podem ser acessados on-line ou baixados;
- **Liberdade para utilização:** apesar do portal sugerir roteiros para serem utilizados nas atividades didáticas, os professores têm a liberdade de usarem e adaptarem as atividades livremente, conforme o seu objetivo.
- **Construção de hipótese:** a modelagem permite que os alunos testem e assumam uma atitude de construção de hipóteses e elaboração de teorias.

Analisando esses aspectos do PhET, percebemos a relevância dessa ferramenta. Destacamos também que as TIC nos PCN (1998) ganham notoriedade por beneficiarem o processo de aprendizagem, uma vez que oportunizam aos alunos apresentarem as suas opiniões, tomarem decisões em função das soluções que o OA oferece, moldando, assim, o processo de construção de conhecimento por meio da análise que lhe é apresentado.

Sendo assim, o uso das TIC no processo de ensino e aprendizagem constitui um importante elemento das práticas pedagógicas. Borba e Penteado (2011) ressaltam que as possibilidades de investigação e experimentação propiciadas por OA, quando exploradas, podem chegar à elaboração e verificação de hipóteses, que levam os estudantes a desenvolverem as suas próprias ideias a ponto de criarem novas hipóteses.

O conjunto de ADs desenvolvidas no âmbito desse mestrado propiciam a utilização de simulações computacionais de caráter investigativo. Borba (2010) é um renomado estudioso que defende a utilização de OA como ferramentas no processo de ensino aprendizagem, fazendo-o em seu trabalho *Software e Internet na sala de aula de Matemática*, aponta que:

[...] uma abordagem que privilegia uma postura investigativa pode possibilitar um envolvimento maior dos estudantes com o conteúdo e os levar a uma investigação de conceitos, que podem vir a obter um novo sentido quando estudados de modo a enfatizar questões qualitativas de exploração. (Borba, 2010 p. 4)

Concordamos com Borba, no sentido de dar um caráter investigativo para a utilização das simulações. Assim sendo, como fizemos com os OA, julgamos necessário frisarmos a importância das atividades investigativas como ferramenta no processo de ensino aprendizagem, para o ensino de Física.

2.4 Atividades investigativas no ensino de Física como recurso didático

Dado nosso interesse pelo ensino investigativo, cabe um olhar sobre as referências a esse recurso contidas nos textos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Física do Ensino Médio – PCNEM), para argumentar sobre as suas potencialidades para inovações curriculares. No que se refere às atividades investigativas quanto ao conhecimento de Física, nos PCN, encontram-se referências às características de que a área em questão deve:

[...] assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar soluções. Ao se ensinar Física devem-se estimular as perguntas e não somente dar respostas a situações idealizadas. (BRASIL, 1998, p.53).

Embora sem a obrigatoriedade, os PCN desempenharam um papel norteador das propostas regionais e da produção de livros e materiais didáticos. Quanto à produção de livros, o guia do PNLD/2018 para o componente curricular Física indica alguns elementos considerados fundamentais na organização de uma proposta de ensino de Física e, entre os elementos, tem-se destaque às atividades investigativas. Segundo o documento:

Mesmo quando organizadas a partir de diferentes concepções de ensino, atividades investigativas têm sempre seu foco na ação do estudante. Dependendo da finalidade para a qual se destinam e do contexto que problematizam, podem possibilitar ao educando aplicar seus conhecimentos físicos a fenômenos naturais, ou desenvolver as habilidades necessárias à discussão de problemas de relevância social como, por exemplo, aquecimento global e formas alternativas de obtenção de energia. Habilidades como a de formulação de hipóteses, coleta e análise de dados, busca de informações, desenvolvimento da argumentação, interpretação, conclusão e socialização dos resultados, são aspectos a serem trabalhados e desenvolvidos pelo estudante a partir das investigações propostas. (BRASIL, 2018 p. 14)

Em conformidade com as ideias expostas nas ponderações citadas, o PNLD ainda aponta que as atividades investigativas no processo de ensino e aprendizagem favorecem o desenvolvimento de conteúdos que, segundo Zabala (1988), devem estar de acordo com a sua

tipologia, ou seja, de acordo com os conceitos (“O que se deve saber?”), as atitudes (“Como ser?”) e os procedimentos (“Como se deve fazer?”).

Sucintamente, para situarmo-nos diante do que se referem esses conteúdos, ressaltamos que os conceituais estão relacionados aos fatos, princípios, leis e conceitos, ligados a uma área específica. Já os conteúdos atitudinais estão associados aos valores, normas e atitudes, perante determinada situação. Por fim, os conteúdos procedimentais estão relacionados a um conjunto de ações ordenadas e dirigidas para um fim, ou seja, quais habilidades, estratégias, procedimentos a serem tomadas para realização de um objetivo específico, conforme Zabala (1988).

Definidos os conteúdos considerados essenciais no processo de ensino e aprendizagem, o PNLD ainda indica que as atividades investigativas podem ser realizadas utilizando diferentes estratégias e recursos. É indicado no documento que os recursos computacionais, e nesse sentido destacamos a simulação computacional, podem ter elementos que auxiliam o “desenvolvimento de diferentes estratégias de ensino, além de proporcionarem motivação aos estudantes durante a realização de atividades de cunho investigativo” (BRASIL, 2018, p. 14).

As atividades investigativas vêm sendo discutidas nas últimas décadas por alguns autores como Borges (2002), Azevedo (2009), Carvalho (2013), Munford e Lima (2007), Sá (2009), Zômpero e Laburú (2011). Para Sá (2007), esse tipo de atividade desenvolve a habilidade de tomada de decisões nos estudantes ao resolver o problema. No artigo, *Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens*, Zômpero e Laburú (2011) apontam que o ensino por investigação:

[...] leva os alunos a desenvolverem atividades investigativas, não tem mais, como na década de 1960, o objetivo de formar cientistas. Atualmente, a investigação é utilizada no ensino com outras finalidades, como o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação. (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011 p. 73).

Segundo os referidos autores, as atividades investigativas ao longo dos anos foram adquirindo novas finalidades, que se concentram na habilidade do indivíduo resolver problemas, elaborar hipóteses, propor soluções a problemas, ter pensamento crítico e reflexivo. Ao buscar informações quanto ao assunto, encontramos, na literatura, diferentes abordagens

para o termo atividades investigativas, a saber: *inquiry*⁶ ensino por descoberta; aprendizagem por projetos; questionamentos; resolução de problemas, dentre outras abordagens (Zômpero e Laburú, 2011).

Não há um consenso quanto ao termo atividades investigativas na literatura (SÁ, 2009). Porém, os autores Azevedo (2009) e Carvalho (2006) sublinham algumas características comuns apontadas quanto a essa metodologia de ensino. Em todas as abordagens encontradas na literatura, exige-se do aluno que ele tenha um problema para ser analisado e, para resolução, deve desenvolver hipóteses, propor um planejamento de resolução para a realização da atividade investigativa (CARVALHO, 2006; 2013; AZEVEDO, 2009; ZÔMPERO, 2011).

2.5 Simulação computacional e atividades investigativas nas publicações das áreas de ensino e pesquisa de Física/ciências

Com o propósito de situar os recursos didáticos e buscar subsídios para a elaboração e a avaliação das atividades didáticas propostas nesta pesquisa de mestrado, apresentamos, nessa seção, os resultados de uma pesquisa bibliográfica realizada em publicações de periódicos das áreas de ensino e pesquisa em ensino de Física e Ciências.

A busca pelos periódicos foi realizada na base de referência do Sistema Nacional de Pós-Graduação, a Plataforma Sucupira. Nessa plataforma, está disponível a consulta aos Qualis-Periódicos, sistema utilizado para classificar a produção científica publicada nos periódicos em diferentes áreas. A fim de facilitar as buscas de periódicos, a plataforma apresenta filtros que contemplam: evento de classificação, área de avaliação, ISSN⁷, título e classificação. Em nossa pesquisa, o método de busca nos periódicos utilizou como filtros:

1. Evento de classificação: qualis quadriênio 2013-2016;

⁶Termo denominado nos Estados Unidos e traduzido para o português como ensino por investigação. Recebeu grande influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey. Informações retiradas de <http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>

⁷O ISSN (International Standard Serial Number), sigla em inglês para Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas, é o código aceito internacionalmente para individualizar o título de uma publicação seriada. Informações extraídas de <http://www.ibict.br/informacao-para-ciencia-tecnologia-e-inovacao%20/centro-brasileiro-do-issn>

2. Área de avaliação: ensino (pesquisa em ensino de Física e Ciências.);
3. Qualis A1 e A2, (foram escolhidas dois exemplares de qualis A1 e três exemplares de A2).

A justificativa para a escolha desses filtros foi a de selecionar periódicos bem avaliados nas áreas de pesquisa em ensino de Física e Ciências. Dessa busca, escolhemos cinco periódicos a serem analisados, listados no quadro 1 (um).

	Qualis	Periódico	ISSN
1	A1	Revista Brasileira de Ensino de Física (Online)	1806-9126
2	A1	Enseñanza de las Ciencias	0212-4521
3	A2	Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia	1982-873X
4	A2	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	1806-5104
5	A2	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2175-7941

Fonte: Elaborado pela autora

Em cada um dos cinco periódicos, buscamos, no título, resumo e palavras chave, os termos “simulação computacional” e “atividades investigativas”. Para pesquisar os artigos com os referidos termos, utilizamos o espaço de busca contido em cada periódico, de modo a selecionar artigos cuja ênfase estivesse voltada para esses recursos didáticos. A pesquisa bibliográfica abrangeu as publicações realizadas a partir do ano de 1998 até o início de 2018. A justificativa para a escolha do referido ano de início da busca foi o apontamento do ensino por investigação e as novas tecnologias pontuadas nos primeiros PCN.

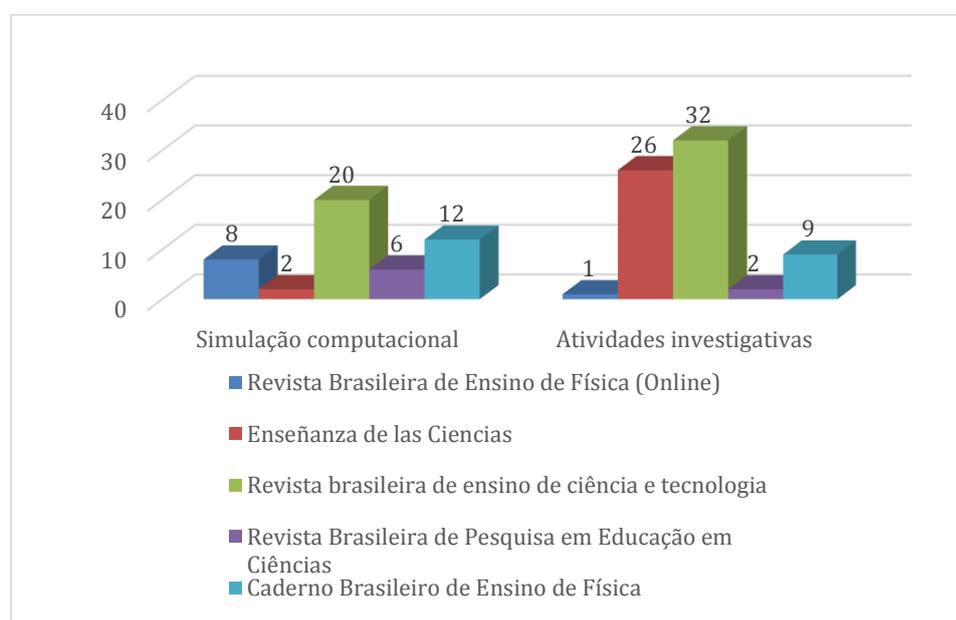
Há vinte e um anos atrás, o documento já destaca a importância da utilização das tecnologias, como podemos verificar:

É indiscutível a necessidade crescente do uso de computadores pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que possam estar atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizarem para as demandas sociais presentes e futuras. (BRASIL, 1997 p. 67)

Ao longo dos anos, as atividades investigativas ou ensino por investigação também se mantiveram contidas nos PCN. As orientações na versão mais atual do documento apontam para o ensino através da competência de investigação e compreensão, ou seja, que o aluno seja

capaz de compreender e identificar a Física presente o mundo atual, articulando esses conhecimentos com outras áreas do saber científico.

Pontuadas as justificativas, a busca nos periódicos resultou num total de quarenta e oito artigos tratando simulação computacional e setenta artigos abordando ensino através de atividades de investigação, ambos para os diferentes níveis de ensino. Para visualizarmos melhor a quantidade de artigos publicados nesse intervalo de vinte anos, construímos o gráfico da quantidade de artigos *versus* o recurso, ilustrado na figura 1 (um).



Fonte: Elaborada pela autora

Ao analisar o gráfico da figura 1 (um), verificamos que ele traz informações tanto de simulação computacional quanto de atividades investigativas para os cinco periódicos que foram identificados por cores diferentes. Observamos uma discrepância na quantidade de artigos dos dois assuntos publicados em uma mesma revista. No geral, foram encontradas maiores quantidades de artigos de atividades investigativas do que simulação computacional.

Na maioria dos periódicos, o campo de publicações é bastante amplo, acreditamos que um possível motivo para o desequilíbrio nos temas publicados está associado ao fato do estudo sobre as TIC ainda não ser sistematizado, não repercutindo em produções avaliadas por pares nesses periódicos.

A Revista Brasileira de Ensino de Física é um periódico voltado para a divulgação de artigos de Física em todos os níveis de escolarização. Em nossa busca, encontramos apenas um

artigo referente a atividades investigativas. Ao fazer uma leitura mais detalhada dele, constatamos que se tratava de um relato de experiência de alunos que aplicaram e desenvolveram atividades investigativas para alunos ingressantes do/no curso de Física da Universidade Federal do Pará (Fraiha, 2018). A leitura desse trabalho foi interessante por se assemelhar ao que estamos desenvolvendo.

Já os artigos referentes à simulação computacional, dos oito que encontramos, um artigo utiliza as simulações do *PhET* para elaboração das atividades. Contudo, esse artigo não nos trouxe subsídio devido ao assunto que foi tratado, a utilização do simulador foi para definir a equação de Gauss, que não é conteúdo de objeto de estudo em nosso trabalho.

No periódico *Enseñanza de las Ciencias*, encontramos vinte e seis artigos referentes a atividades de investigação e apenas dois tratando de simulação computacional no ensino de ciências. Uma possível justificativa para essa diferença é que esse periódico é de origem europeia, portanto, recebe publicações de países com diferentes contextos se comparados com o Brasil. Outro fator para essa diferença entre ambos os recursos, de acordo com Zômpero e Laburú (2011), é que reúne muitas das tendências do ensino de Ciências e podemos citar o ensino por investigação, que não tiveram significativa relevância no Brasil, diferentemente ao que ocorreu em países da Europa e nos Estados Unidos.

Na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, observamos que contém mais artigos referentes a simulações computacionais e atividades investigativas. As áreas que esse periódico abrange são diversificadas. Por aceitar artigos relacionados à tecnologia no ensino e ensino de engenharias, observamos que a maioria dos artigos envolvendo simulação computacional está relacionada ao estudo de engenharias. Já os artigos relacionados a atividades investigativas são direcionados ao ensino de biologia. Todos apresentam maneiras de trabalhar em aula com novas estratégias didáticas.

Nos periódicos Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e Caderno Brasileiro de Ensino de Física, a maioria dos artigos encontrados apresentavam relatos de atividades direcionadas para o ensino médio empregando os recursos de simulação computacional e atividades investigativas. Não encontramos artigos nesses periódicos analisados que tratassem dos dois assuntos para a construção de atividades.

De maneira a situar os recursos didáticos, constatamos que as atividades investigativas ainda são pouco trabalhadas no âmbito do ensino de Física e de Ciências no Brasil, tendo em vista a pequena quantidade de artigos encontrada (setenta) em um grande intervalo de tempo.

Isso explicita a relevância desse recurso em nossa pesquisa. O número de artigos concernentes a simulações computacionais nos referidos periódicos também foi pequeno, porém, percebemos um crescente interesse pelo assunto nos últimos anos.

Um dos principais resultados dessa pesquisa bibliográfica está relacionado à elaboração, implementação e/ou avaliação de atividade, que consiste no escopo de nossa pesquisa no âmbito de mestrado. Foi possível buscar subsídios para a elaboração e, futuramente, avaliação das atividades didáticas propostas nesta pesquisa. Vale ainda ressaltar, que não encontramos em nossa pesquisa, artigos que utilizassem simulação computacional de caráter investigativo, o que de certa maneira valoriza nosso trabalho no âmbito do mestrado.

Encontra-se disponível no apêndice G, um quadro contendo o resumo dos principais trabalhos encontrados nos referidos periódicos.

3. EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH COMO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

No capítulo três, abordaremos a metodologia adotada para desenvolver e guiar esta pesquisa. Nossos procedimentos metodológicos dão-se na perspectiva de pesquisa baseada em design em educação. Tratamos, dessa forma, de definir essa metodologia, relacionando com o desenvolvimento de nossa pesquisa.

3.1 *Education Design Research*

Os procedimentos metodológicos que nortearam essa pesquisa são concebidos na perspectiva de *Education Design Research* (EDR). As pesquisas baseadas nessa metodologia são fundamentadas em design educacional que busca aliar aspectos teóricos com a prática (MCKENNEY; REEVES, 2012).

Na literatura, registros apontam que esse tipo de pesquisa, a EDR, surgiu em meados dos anos noventa (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017) e, por ainda se tratar de uma concepção de pesquisa relativamente nova, assume diferentes terminologias, sendo elas: *design experiment* (Brown, 1992), *developmental research* (Richey et al., 2004), *design-based research* (DBR-Collective, 2003), entre outras. Em nosso trabalho, adotamos a terminologia *Education Design Research* (EDR).

Como concepção de pesquisa, a EDR procura combinar investigação científica com uma abordagem sistemática de desenvolvimento, experimentação de soluções efetivas e viáveis para problemas educacionais originados em contextos reais de ensino aprendizagem (MCKENNEY; REEVES, 2012). Basicamente, a EDR é caracterizada por pesquisa, que surge a partir de problemas em diferentes contextos, ou seja, pode ser identificada na universidade, na escola, ou em qualquer outro ambiente de ensino.

Uma vez identificada a problemática, a EDR procura traçar um *design* para buscar soluções para o problema. Esse design está associado a determinados procedimentos de investigação aplicados para o desenvolvimento de teorias e práticas pedagógicas no processo de ensino aprendizagem. Alves (2018) assinala que a concepção de pesquisa em EDR resolve problemas práticos em ambientes reais e complexos e, para atingir tais objetivos, desenvolve e testa produtos/processos pedagógicos nesses mesmos ambientes.

O pesquisador que realiza pesquisa baseada em EDR é um participante ativo no processo de desenvolvimento do projeto. Neste sentido, Kneubil e Pietrocola (2017) apontam para um pesquisador diferente daquele que é comum na pesquisa educacional tradicional. Os referidos autores esclarecem que, na maioria das vezes, o pesquisador tradicional é um observador externo e intérprete do que está acontecendo nas salas de aula. Já o pesquisador que se baseia em design:

[...] não é apenas o que estuda o que está acontecendo do lado de fora, mas é o primeiro a moldar seu objeto de dentro do processo. Na verdade, ele realiza um experimento de ensino, no qual ele é responsável pelo design didático, pela formação de professores, pelos testes, pela implementação e assim por diante. (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017, p. 6).

Como o pesquisador participa do processo como um todo, o desenvolvimento da pesquisa baseada em *design* ocorre em ciclos, sendo que as experiências e o aprendizado de um primeiro design devem ser utilizados nos próximos designs e assim sucessivamente. Kneubil e Pietrocola (2017) ressaltam ser essencial que haja uma análise do processo por inteiro e não apenas o produto final, pois os resultados tirados dessa análise deverão ser incorporados na própria metodologia visando ao seu aprimoramento, daí surge a ideia de ciclos no EDR. Como podemos observar na figura 2 (dois).

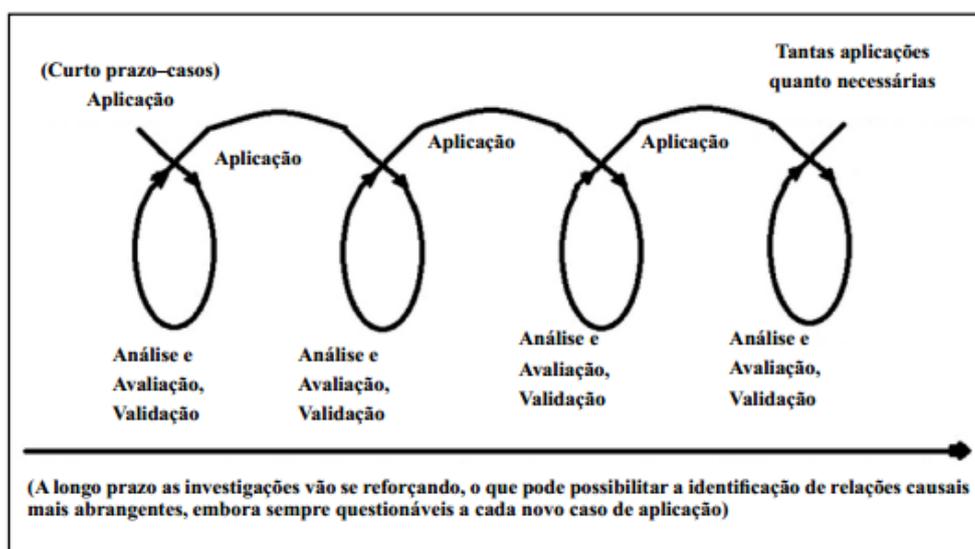


Figura 2: Ciclos de um processo de pesquisa baseado em EDR

Fonte: elaborado por Matta, Silva e Boaventura (2014, p. 29)

Os ciclos de pesquisa em EDR, como podemos perceber na figura 1 (um), passam por diversas etapas, desde o desenvolvimento do produto/processo, a implementação, a avaliação e a reformulação, aplicando novamente. Matta, Silva e Boaventura (2014) reforçam a ideia que a pesquisa em EDR centraliza-se em um caso particular (problema) e, uma vez definido esse caso, acompanha, realiza e valida-o, no ato da práxis junto dos sujeitos envolvidos no processo. Mesmo o problema sendo conhecido, cada vez que for aplicado o produto/processo deve ser adaptado, reestruturado e revalidado.

3.2 Resultados de pesquisa baseada em EDR

Em toda pesquisa sempre buscamos as contribuições e os resultados dela e na pesquisa baseada em EDR não é diferente. Nesse contexto de pesquisa, basicamente encontramos três tipos de resultados (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014; MCKENNEY; REEVES, 2012):

- I. Contribuição à teoria;
- II. Contribuição prática de âmbito social e comunitário educacional;
- III. Contribuição no desenvolvimento dos indivíduos engajados no processo de pesquisa.

Quanto ao primeiro resultado relacionado à **contribuição à teoria**, segundo os referidos autores, a pesquisa em EDR está preocupada em testar os princípios teóricos ou de design na prática, ou seja, segundo Alves (2018), “é a validação e refinamento desses princípios por meio do teste de campo do produto/processo educacional desenvolvido”.

O segundo resultado relacionado à **contribuição prática de âmbito social e comunitário educacional** vincula-se com o problema que motivou o desenvolvimento da pesquisa, a aplicação e o reflexo das devidas modificações.

Por fim, o terceiro resultado está relacionado à **contribuição no desenvolvimento dos indivíduos engajados no processo de pesquisa**, ou seja, à capacidade dos indivíduos resolverem outros problemas embasados na experiência da prática ao longo do processo.

3.3 Características da pesquisa baseada em EDR

Para atingir os resultados pontuados anteriormente é necessário caracterizar a pesquisa baseada em EDR. Destacamos Matta, Silva e Boaventura (2014), que vão ao encontro das

ideias de Mckenney e Reeves (2012), indicando um conjunto de cinco características consideradas fundamentais na pesquisa baseada em *Educational Design Research*, sendo elas:

1. **Teoricamente orientada:** Nesse tipo de pesquisa, a tríade ponto de partida, ponto de chegada e ponto de investigação tem como base os princípios teóricos, ou seja, o *design* é elaborado a partir de estudos já consolidados (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014). Além disso, essa base teórica será utilizado durante o processo de *re-design*, onde será aprimorada a partir dos resultados obtidos (MATTA; SILVA; BOAVENTURA, 2014).
2. **Intervencionista:** A pesquisa em EDR tem como característica ser intervencionista, ou seja, deve ser aplicada em um dado contexto, onde o diálogo entre o embasamento teórico e o contexto de aplicação é alicerce para produção de resultados, a saber, segundo Matta; Silva; Boaventura (2014):
 - a) *produtos educacionais tais como materiais didáticos de toda natureza e suporte;*
 - b) *processos pedagógicos como, por exemplo, recomendações de atitude docente, novas propostas didáticas;*
 - c) *programas educacionais como currículos, cursos, organização de temas e didáticas, também desenvolvimento profissional para professores;*
 - d) *políticas educacionais como protocolos de avaliação docente ou discente, procedimentos e recomendações de investimento, aquisição, opções para relação entre a escola e a comunidade.*
3. **Colaborativa:** em EDR, investigador, comunidade e pessoas que estão relacionadas ao problema em questão colaboram e são atuantes no desenvolvimento do processo da pesquisa, ou seja, requer colaboração entre os envolvidos, permitindo a aprendizagem mútua. Também podemos ressaltar que, na pesquisa colaborativa, nenhum conhecimento das partes envolvidas é negado, mas também nenhum é posto em situação de domínio, sendo assim, o que validará, de fato, são os resultados da pesquisa.

4. **Responsiva:** Segundo Alves (2018) a pesquisa em EDR é considerada responsiva porque as suas pesquisas são conduzidas em ambientes complexos e mutáveis no tempo. Logo, devem ser capazes de ajustarem-se a essas mudanças, isto é, serem responsivas ao contexto de implementação.
5. **Iterativa:** Procura-se sempre construir soluções práticas em pesquisa baseada em *design* e as intervenções evoluem ao longo do tempo através de múltiplas iterações de investigação, desenvolvimento, teste e refinamento, segundo Matta, Silva e Boaventura (2014) e Mckenney e Reeves (2012). Os referidos autores ainda apontam que cada desenvolvimento da pesquisa é o resultado de uma etapa, necessariamente sendo o início do próximo momento de aperfeiçoamento e de melhorias. Expresso em outros termos, essa iteratividade será em ciclos de estudo, que envolvem: análise/proposição do tema, princípios de design, aplicação/implementação, validação/resultados, avaliação que depois são reciclados, em processo de re-design e, assim, quando for necessário, ou possível, implementado novamente. Para entendermos o ciclo, segue um esquema representativo com as etapas de um ciclo completo de pesquisa e desenvolvimento baseado em EDR.

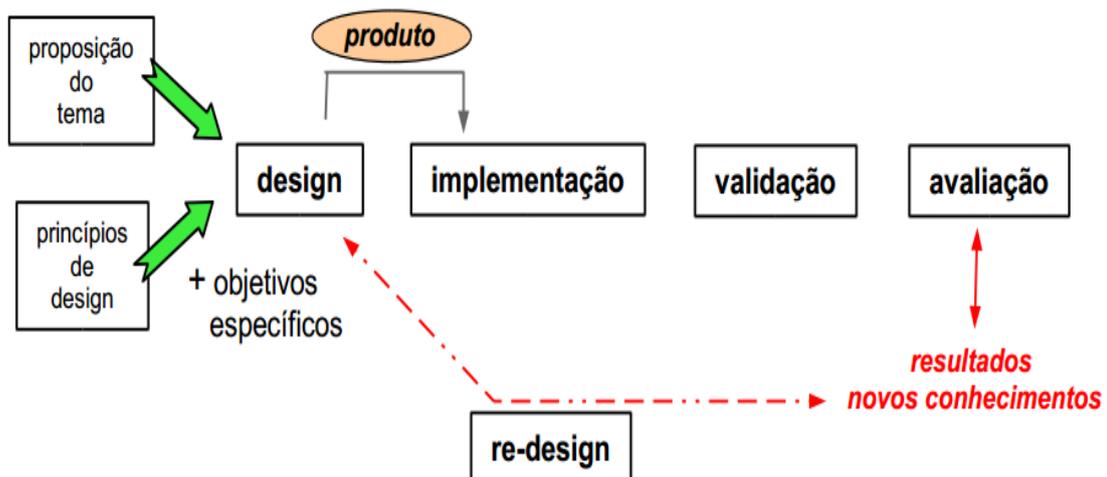


Figura 3: Etapas de um processo de pesquisa baseado em EDR

Fonte: elaborado por Kneubil e Pietrocola (2017, p. 10)

3.4 A pesquisa em EDR em nosso contexto de trabalho

No grupo MPEAC, trabalhamos na perspectiva de pesquisa baseada em EDR, em que focamos as pesquisas para o desenvolvimento de soluções práticas/produtos educacionais para um problema real.

Anteriormente, vimos que o processo de desenvolvimento de um ciclo envolve, basicamente, cinco etapas, segundo Kneubil e Pietrocola (2017): a seleção do tema e proposição dos princípios de design, o design propriamente dito, a implementação, a avaliação e o re-design. Dessa maneira, no quadro 3 (três), procuramos apontar as etapas adotadas no âmbito de nosso trabalho na perspectiva de EDR.

Quadro 2 – Resumo das etapas de EDR em nosso trabalho

ETAPAS EDR	ETAPAS PESQUISA MPEAC	ETAPAS DO TRABALHO
1. Seleção do tema e proposição dos princípios de design.	Identificar/definir um problema em contexto real.	O problema originou-se da inquietação da professora ministrar a disciplina de Física aplicada à biologia para alunos ingressantes do curso de Ciências Biológicas Licenciatura do <i>campus</i> sediado em Palmeira das Missões.

Continuação do quadro 2

2 Design	Definir e desenvolver possíveis soluções para resolver o problema. (Metodologia)	A solução que propomos para resolver o problema foi desenvolver um conjunto de atividades didáticas como ferramentas nas aulas de Física aplicada à biologia. Para tanto, buscamos na teoria ferramentas para enriquecer as atividades. Dentre as ferramentas utilizadas, escolhemos, como recursos, simulação computacional e atividades investigativas
3 Implementação	Implementação do design	<p>Aproximadamente quinze (15) alunos resolveram as ADs propostas. Porém no capítulo 5 (cinco), apresentamos como resultados os dados de treze (13) estudantes que consentiram em participar da pesquisa. Ao total implementamos cinco ADs sendo elas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AD01 - Energia Térmica e Temperatura; • AD02- Formas de energia e suas transformações; • AD03 - Física das Radiações; • AD04 - Ondas Transversais e Longitudinais; • AD05 - Ondas - Principais Grandezas Associadas.

Continuação do quadro 2

4 Avaliação	Avaliar a viabilidade e buscar contribuições teóricas para a área de ensino.	<p>Avaliar a viabilidade didática do conjunto de ADs. Para tanto, investigar a percepção e a receptividade dos estudantes acerca das ADs.</p> <p>Para a avaliação, utilizamos quatro instrumentos de coleta de dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Questionário inicial. • Contato por mensagem digital. • Análise das questões propostas. • Questionário de opinião individual das ADs. <p>No capítulo 5 (cinco), dissertamos e avaliamos os resultados oriundos desses instrumentos.</p>
5 Re-design	Observações a partir da implementação com possíveis modificações para contribuir para o conhecimento teórico da área.	Analisando a percepção e receptividade dos alunos, nas considerações finais, sinalizamos algumas possibilidades de continuidade e modificações desse trabalho.

Fonte: Elaborado pela autora

Frisamos que, no âmbito desta dissertação, estamos preocupados em solucionar nosso problema definido em contexto real. Para tanto, traçamos o *design* visando desenvolver possíveis soluções para resolver o problema. Sendo EDR uma pesquisa caracterizada como colaborativa, conforme Mckenney e Reeves (2012), contamos com a participação da professora regente da turma, que nos situou diante das metodologias e contextos anteriores e da dificuldade dos estudantes em entender os fenômenos físicos relacionados aos conteúdos cobrados na ementa escolar da disciplina.

É importante ressaltarmos que, para obtermos avanços teóricos, necessitamos avaliar a aplicação e a coleta de dados. Novas oportunidades de continuidade do trabalho podem surgir, a cada ciclo de investigação. De maneira geral, os trabalhos desenvolvidos na perspectiva EDR alongam-se no tempo, implicando diversos ciclos/subciclos de desenvolvimento, implementação, avaliação e redesenvolvimento até chegar-se à melhor solução possível para o problema.

4. AS ATIVIDADES DIDÁTICAS E AS ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO

Segundo Krasilchik (2008), no curso de biologia, as aulas expositivas têm sido o recurso pedagógico mais utilizado, em que os professores acabam por repetir mecanicamente o que está contido nos livros didáticos, enquanto os estudantes, passivamente, ficam ouvindo e/ou copiando o que o professor reproduz.

Todavia, em nosso entendimento, existem outras maneiras de perceber/estudar esses fenômenos estudados em ambiente escolar: atividades experimentais e simulação computacional são dois exemplos. Simulação computacional não precede, necessariamente, a presença física do professor em sala de aula e, ainda assim, pode ser um espaço de muito aprendizado fenomenológico.

Contudo, além do recurso escolhido, outro fator significativo no processo de ensinar e aprender é a forma de abordar esse recurso. Uma alternativa é o caráter investigativo. Essa visão de trabalho demanda que o estudante seja capaz de produzir o próprio conhecimento através dos estímulos necessários. Ressaltado esses pressupostos, a estrutura das atividades didáticas planejadas nesta pesquisa contemplam simulação computacional de caráter investigativo.

Contextualizando as nossas ações, apresentaremos, nesse capítulo, o repositório das atividades, o portal online gxq, e o contexto de aplicação. Também serão apresentadas as atividades didáticas desenvolvidas neste trabalho de dissertação, contendo as justificativas, os objetivos e os procedimentos de implementações.

4.1 Contexto de aplicação

Em relação ao contexto de aplicação das atividades didáticas, apresentaremos, em continuidade, o nosso público alvo. As atividades foram desenvolvidas para serem ministradas nas aulas da disciplina de Física aplicada à biologia⁸ do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* Palmeira das Missões. O foco da disciplina é fornecer subsídio para os futuros professores para o exercício da licenciatura da disciplina de ciências para o ensino básico.

⁸Disciplina pertencente ao Departamento de zootecnia e ciências biológicas – Campus de Palmeira das Missões – UFSM. Inscrita no ementário sobre o código DCB 1036.

Essa disciplina é ofertada no segundo semestre de graduação, em todas as sextas-feiras pela parte da manhã. A implementação contou com a participação ativa de aproximadamente 13 alunos de um total de 25 acadêmicos inscritos. Ao buscarmos informações junto a professora da disciplina quanto à parcela de alunos que não estavam participando das atividades, fomos informados que a defasagem no curso é grande, ocorrendo, assim, desistência por parte dos alunos.

As atividades foram implementadas em turno inverso a aula, em versão digital, no portal gxq a ser apresentado em um tópico a seguir. Nossa comunicação quanto a dúvidas e questionamentos era através de contato via e-mail. Uma das características de pesquisa baseada em EDR é que ela é colaborativa, sendo assim, as nossas atividades também foram formuladas em conjunto com a professora da disciplina. Aliás, ela é parte fundamental nesta pesquisa, por estar relacionada diretamente com o problema apresentado.

A logística de aplicação organizava-se de tal forma, que foi acertado que algumas atividades seriam implementadas de maneira introdutória ao conteúdo, e outras seriam posteriores ao conteúdo explicado pela professora. Infelizmente, as aulas referentes à disciplina no *campus* em questão iniciaram um mês depois do semestre letivo nos demais *campi*. Esse fato em conjunto com os feriados levaram-nos a repensar as atividades e quais seriam implementadas. Das cinco unidades didáticas da ementa da disciplina, conseguimos contemplar três com as ADs, sendo elas:

- Unidade 1 – Física das radiações;
- Unidade 2 – Energia;
- Unidade 3 – Fenômenos ondulatórios.

4.2 Portal gxq como repositório

Utilizamos, como repositório das atividades didáticas, o portal (software) gxq,⁹ uma plataforma online que foi desenvolvida e mantida pelo grupo de pesquisa Métodos e Processo de Ensino e Aprendizagem em Ciências (MPEAC). Esse sistema de gerenciamento e aprendizagem tem como objetivo ser repositório das atividades didáticas, fornecendo

⁹ Exemplo endereço de tela de entrada do site: <http://boltz.ccne.ufsm.br/gxq/aline/fisbio>
OBS: Para ter acesso é preciso ter um *login* e uma senha cadastrados.

ferramentas necessárias para apoiar os trabalhos desenvolvidos no grupo, como, por exemplo, o desenvolvimento das ADs na elaboração, implementação e avaliação. A figura 4 (quatro) ilustra a tela de entrada padrão do portal gxq.

Figura 4 –Interface portal gxq

Fonte: <http://boltz.ccne.ufsm.br/gxq/aline/fisbio/init>

A sua interface gráfica é simples permitindo, assim, facilidade no acesso, tanto para o professor quanto ao aluno, basta cadastrar um *login* (e-mail) e senha. O professor será o gerenciador, ou seja, quem determina o que será visível e disponibilizado na plataforma, tendo a liberdade de implementar diferentes atividades/tarefas, via formulário eletrônico, para os alunos resolverem. Um dos pontos positivos da plataforma é a aceitação de uma variabilidade de recursos didáticos que compõe as AD, como, por exemplo, simulações computacionais, imagens, vídeos, animações, entre outros.

Essa variabilidade de recursos permite ao professor criar atividades com diferentes formatos de questões, tais como ressalta Alves (2018, p. 102): (i) abertas de resposta dissertativas; (ii) fechadas de resposta numérica; (iii) fechadas de múltipla escolha (marcar uma ou mais opções); e (iv) abertas (*upload*) em que é preciso enviar um arquivo de gráficos ou figuras produzidas pelos estudantes. Ainda é possível utilizar questões parametrizadas na plataforma, ou seja, para uma questão de uma atividade didática, cada aluno recebe um conjunto de dados personalizados.

Quanto à organização das tarefas, as atividades na plataforma gxq são disponibilizadas por ordem de prioridade e com prazo de entrega. Sempre que tem uma atividade disponível, o sistema envia, por e-mail, a abertura da atividade e também avisa que o prazo de submissão está próximo de encerrar. Com essa informação, o aluno pode programar-se para a resolução.

A interface do professor apresenta-se de maneira diferente a do aluno, como podemos perceber na figura 5 (cinco), as opções de suporte são mais diversificadas na interface do professor, apresentando como opções: início, atividades, avaliações, gerenciamento do grupo e elaboração de atividade. Já a interface do aluno contém *user*, atividades e avaliações.

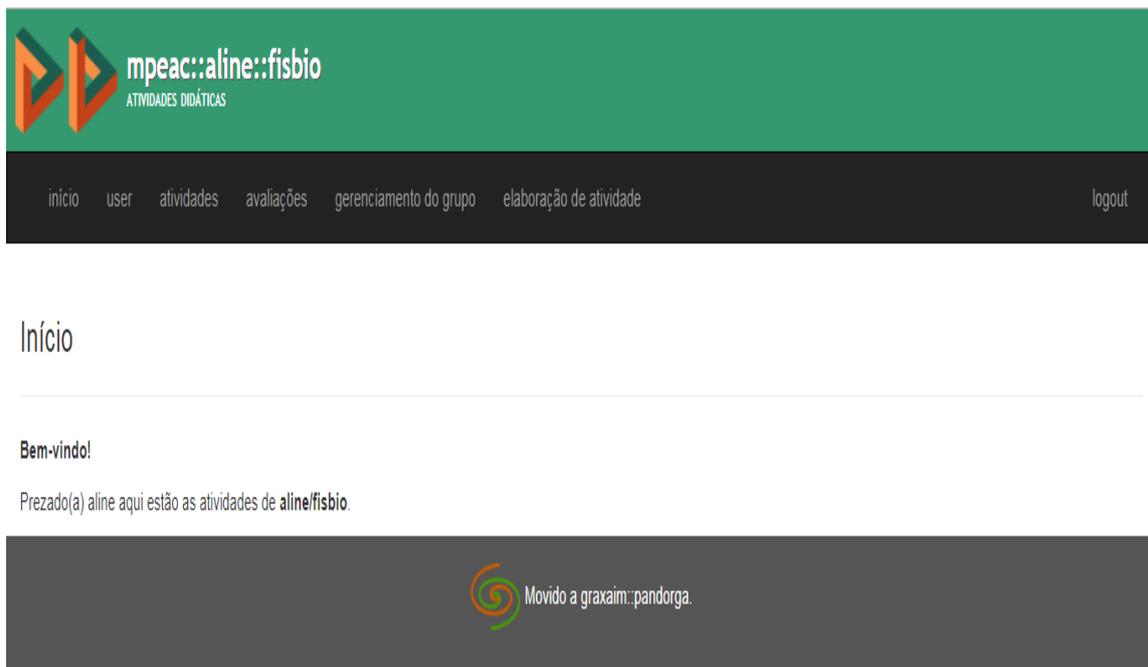


Figura 5 – Interface do professor portal gxq

Fonte: <http://boltz.ccne.ufsm.br/gxq/aline/fisbio/init>

De imediato, apresenta-se a página inicial do portal, o *layout* e as opções disponíveis na interface. Na parte atividades, o professor gerencia as tarefas, sendo que, para tal, existem três opções disponíveis: gerenciamento de datas, gerenciamento de postagem das tarefas pelos alunos e gerenciamento de correções. Para tanto, o professor necessita elaborar as atividades e fazer a postagem em linguagem *html* no item elaboração de atividades. Para os alunos terem acesso, é necessário cadastrar a turma no item gerenciamento do grupo. É possível cadastrar mais de uma turma, sendo que o portal aceita diferentes endereços de e-mail.

Já quanto à avaliação, o portal gxq disponibiliza ferramentas que permitem ao professor fazer a avaliação online da resolução dos alunos. Os *feedbacks*¹⁰ são individualizados acerca dessas resoluções e podem ser realizados de duas maneiras: o professor avalia a mesma questão de todos os alunos, não identificando o autor, ou o professor avalia todas as questões da atividade de um aluno, para depois avaliar toda a atividade de outro aluno, e assim sucessivamente.

Diferentemente do professor para o aluno, como podemos perceber na figura 6 (seis), o portal oferece ferramentas mais limitadas. O aluno terá acesso as ADs, poderá trocar a sua senha e ter acesso à avaliação de maneira individual para cada tarefa.

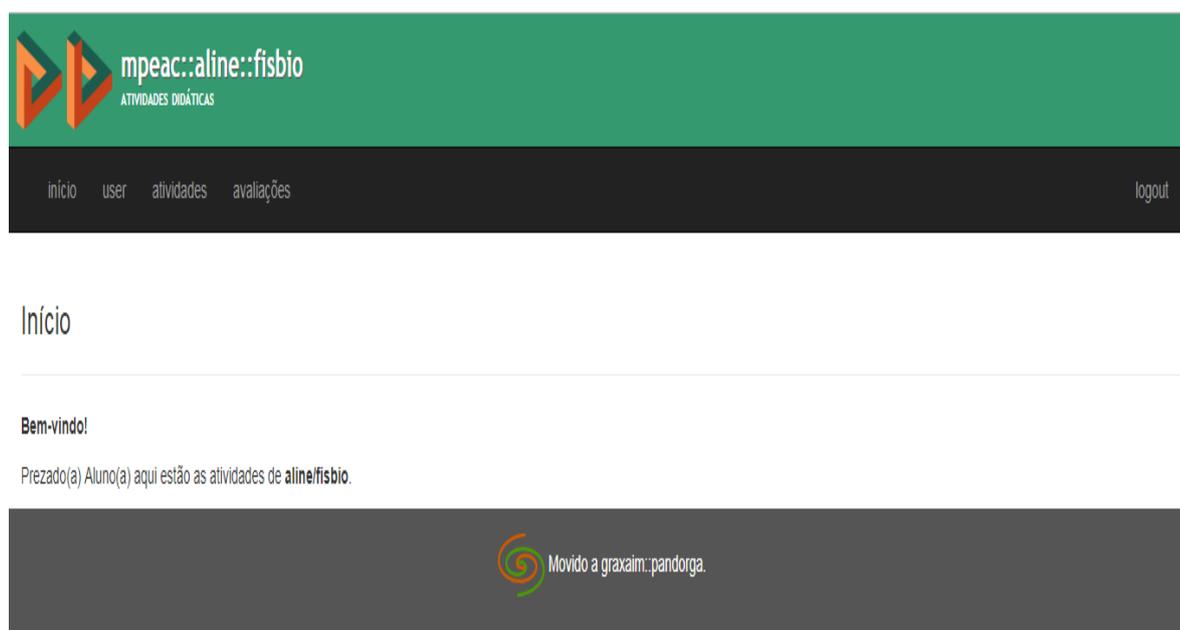


Figura 6 – Interface do aluno portal gxq

Fonte: <http://boltz.ccne.ufsm.br/gxq/aline/fisbio/init>

Diante desse contexto, esse portal foi o escolhido por se tratar de uma plataforma flexível, possibilitando ao professor elaborar os diferentes tipos de atividades didáticas, variando os recursos e, a partir deles, elaborar estratégias para alcançar os objetivos traçados na atividade. Além disso, os *feedbacks* que a plataforma disponibiliza através da correção da AD

¹⁰*Feedback* é uma palavra de origem inglesa que significa dar resposta a um determinado questionamento ou acontecimento.

possibilitam aos alunos utilizarem efetivamente os comentários das questões para o seu estudo, ou seja, contribuem para o processo de ensino e aprendizagem.

4.3 Justificativa das ADs

O graduado em ciências biológicas – licenciatura é habilitado a ministrar aulas de ciências no ensino fundamental e médio. Essa disciplina é de suma relevância para a formação dos alunos da educação básica, uma vez que é ainda nos primeiros anos da vida escolar que se tem o primeiro contato com os princípios, teorias e fundamentos das ciências.

A Física é uma das ciências naturais a ser inserida no cotidiano escolar, o profissional que a apresentará precisa ter uma formação ampla que lhe permita desenvolver os saberes necessários para tal. Sendo assim, o componente curricular referente à Física precisa ser apresentado de forma ampla e o mais completa possível.

Uma forma de se fazer isso é abordando a fenomenologia que embasa as teorias científicas. Considerando o aspecto fenomenológico e a criticidade científica é que se apresenta o uso de simulações computacionais alicerçadas num caráter investigativo para abordagem delas.

4.4 Objetivos gerais das ADs

Constituem objetivos gerais das ADs:

- Propiciar uma forma de contextualização dos conteúdos conceituais.
- Fazer uso das simulações computacionais com caráter investigativo como aliado no entendimento dos fenômenos físicos estudados.
- Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos.
- Proporcionar a reflexão dos alunos sobre aplicações didáticas dos conteúdos vistos teoricamente.

4.5 Procedimentos de Implementação

Algumas das ADs foram implementadas antes do professor ministrar a aula a respeito do conteúdo, servindo, assim, como atividades para instigar a curiosidade e motivar para os estudos dos fenômenos. Outras atividades serão implementadas ao término da unidade didática, com função de complementar o conteúdo.

Cada AD é dividida em três etapas, a saber:

1) Texto Base: no início de cada AD é apresentado um texto introdutório sobre o assunto para que seja lido individualmente por cada aluno.

2) Apresentação do simulador: é apresentado um panorama geral do funcionamento e do propósito deste.

3) Questões: Para cada simulador é proposto um bloco de questões que podem ser solucionadas utilizando o software.

4.6 Atividades didáticas

Nesta seção, apresentamos as ADs desenvolvidas na sequência didática construída para a solução da problemática posta em discussão. Ao total, foram desenvolvidas, na pesquisa, cinco atividades didáticas, todas disponibilizadas no portal “gxq”. Todas estão dispostas no apêndice deste texto, podendo, assim, serem visualizadas em sua estrutura e seus recursos.

Ressaltamos que as ADs foram administradas à distância e sempre ao realizar e disponibilizar uma tarefa, mandávamos e-mail informando. No primeiro e-mail, reforçamos que as ADs seriam disponibilizadas e avaliadas para todos os alunos inscritos na disciplina. Porém, por fazer parte de uma pesquisa, estávamos encaminhando um termo de consentimento, através de um questionário inicial (QI), e para aqueles que concordassem e tivessem interesse em responder, iríamos analisar os dados na pesquisa.

Procuramos sempre, a cada abertura de tarefa, mandar um e-mail contextualizando a atividade, ou seja, relacionando os conteúdos de Física com assuntos da biologia, com o objetivo de incentivar os estudantes a realizarem a tarefa. Também sempre informávamos o prazo de submissão e encerramento. Após o encerramento do prazo de envio, corrigíamos as atividades a distância, proporcionando um *feedback* que poderia ser consultado individualmente no item avaliação disponível na página inicial do portal gxq.

O quadro 3 (três) apresenta uma listagem das atividades que elaboramos. No mesmo quadro, elencamos, para cada AD, uma breve descrição com os objetivos, os conteúdos conceituais abordados e uma forma de contextualização, onde são exemplificadas associações entre as atividades e a biologia.

Quadro 3: Resumo ADs em nosso trabalho

Atividades	Objetivos	Conteúdos conceituais	Contextualização
AD01 – Energia Térmica e Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o conceito de energia interna. – Perceber a direção do fluxo de energia na forma de calor. – Entender que o contato é umas das formas de transferência de energia na forma de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho. - Temperatura. - Trocas de calor. - Capacidade térmica. - Energia interna 	<p>Na micologia, área da ciência responsável por estudar os fungos, a compreensão do conceito de energia térmica e temperatura é fundamental para o estudo de proliferação e sobrevivência dos fungos. Um dos parâmetros para que possam desenvolver-se é condições favoráveis de temperatura. Sendo assim, um biólogo necessita entender os processos de transferência de energia para compreender o que ocorre na micologia.</p>

Continuação quadro 3

<p>AD02 - Formas de energia e suas transformações</p>	<p>- Descrever os arranjos, elencando as diferenças e as semelhanças mais notáveis entre cada um deles.</p> <p>- Perceber a existência de interação entre os corpos e que essa interação é a responsável pela transformação de energia (mecânica, térmica, luminosa, química e elétrica) do sistema</p>	<p>- Formas de energia.</p> <p>- Conservação de energia</p>	<p>Transformações de energia desempenham um papel fundamental em todos os processos físicos e químicos que ocorrem nos sistemas vivos. Mas a energia sozinha é insuficiente para impulsionar o crescimento e o desenvolvimento dos organismos. Na natureza, existem várias formas de transformações de energia e, nessa AD, poderemos verificar algumas dessas transformações.</p>
<p>AD 03 - Física das Radiações - I</p>	<p>- Compreender os conceitos básicos sobre radiações.</p> <p>- Identificar e classificar os tipos de radiação com a molécula.</p>	<p>- Comportamento das moléculas através da absorção de radiação.</p> <p>- Radiação ionizante. Exemplos: raio x e gama</p>	<p>Entender conceitos básicos sobre radiação é fundamental na biologia. É através desse entendimento que os estudantes conseguem entender os efeitos, os riscos e os benefícios das radiações. Dentre os assuntos que podemos tratar, citamos: aberração</p>

		<p>- Radiação não-ionizante.</p> <p>Exemplos: Luz, ondas de rádio e TV e micro-ondas.</p>	<p>cromossômica, problemas no sangue, infertilidade, mutação genética, radioterapia, queimaduras, etc.</p>
<p>AD 04 - Ondas Transversais e Longitudinais</p>	<p>- Caracterizar as ondas em mecânica e eletromagnética.</p> <p>- Pontuar diferenças, exemplificando ondas transversais e longitudinais.</p>	<p>- Ondas mecânicas.</p> <p>- Ondas eletromagnéticas.</p> <p>- Ondas transversais</p> <p>- Ondas longitudinais</p>	<p>O som é uma onda mecânica que vibra em uma frequência de 20 a 20.000 hertz (Hz), sendo normalmente perceptível pelo ouvido humano. Já alguns animais, como o cachorro e o morcego, conseguem captar frequências mais altas de até 100.000Hz. Uma maneira de diferenciar o comportamento de alguns animais através da audição é compreender os fenômenos ondulatórios.</p>
<p>AD 05 - Ondas – Principais Grandezas Associadas</p>	<p>- Observar que existe uma relação entre comprimento de onda, período e frequência e a propagação de uma</p>	<p>- Ondas</p> <p>- Frequência</p> <p>- Amplitude</p>	<p>Ainda analisando a audição, para compreendermos as diferenças entre humanos e animais, precisamos entender as características das ondas,</p>

	onda em uma corda.	- Comprimento de onda. - Velocidade - Período.	sendo elas, frequência, período, comprimento, velocidade e amplitude.
--	--------------------	--	---

Fonte: Elaborado pela autora

No quadro anterior, sintetizamos as cinco ADs desenvolvidas com a turma de Física aplicada à biologia. Entretanto, devido à quantidade excessiva de feriados e ao fato de a disciplina ter começado um mês após o início do semestre, não foi possível contemplar as cinco unidades contidas na ementa. Ficou acertado junto a professora da disciplina, que, em algumas unidades, as ADs seriam disponibilizadas após ela ministrar o conteúdo.

A AD01 contemplava a unidade de energia e foi disponibilizada antes da professora iniciar o conteúdo. Escolhemos explorar a aba introdução do simulador do phet, “Formas de Energia e Transformações”. Assim como a AD01 a AD02 também contemplavam a unidade de energia, utilizamos o mesmo simulador, porém, exploramos a segunda aba referente a sistemas de energia. Essa atividade foi disponibilizada após o término do conteúdo ministrado pela professora.

A AD03 foi implementada após o conteúdo, abordamos, neste caso, a unidade de Física das radiações, para tanto, utilizamos o simulador do phet “Moléculas e luz”. Já a AD04 foi implementada antes do conteúdo ser ministrado e contemplou a unidade de fenômenos ondulatórios. Nessa atividade, utilizamos recurso de vídeo e imagens para abordarmos o conteúdo.

A última atividade implementada, a AD05, também contemplou a unidade de ondulatória, porém foi implementada após o conteúdo ser ministrado. Para o desenvolvimento das questões, foi utilizado o simulador do phet, de “onda numa corda”. Por falta de tempo, optamos por não implementar as ADs das unidades de fluidos e fenômenos elétricos, sendo assim, essas ADs não constaram neste trabalho.

De uma maneira geral, as ADs foram construídas com o objetivo de proporcionar o desenvolvimento de conteúdos conceituais. Dessa forma, foram estruturadas visando ao desenvolvimento dos conceitos físicos envolvidos, além de uma série de procedimentos associados à resolução dos problemas propostos.

5. RESULTADOS

Neste capítulo, apresentamos e discutimos os dados que coletamos na presente pesquisa, com o objetivo de investigar a viabilidade de aplicação de um conjunto de atividades didáticas como ferramentas rotineiras nas aulas de Física aplicada à biologia, de acordo com o nosso público-alvo: alunos do curso de graduação em Ciências Biológicas. Para isso, apresentamos os instrumentos de coleta de dados utilizados para tal investigação.

Em seguida, discutimos os dados coletados no questionário inicial, afim de conhecer os estudantes envolvidos. Logo após, através da análise das submissões das atividades, identificamos o engajamento dos estudantes na sequência proposta através do contato por mensagem digital. Em continuidade, analisamos o engajamento por parte dos alunos em resolver as questões das atividades.

Por fim, fazendo uso do questionário de opinião individuais das ADs, analisamos os dados referentes a cada um dos grupos de atividades apresentadas. Vale ressaltar que antes de aplicarmos qualquer atividade com os alunos, no questionário inicial, foi apresentado um termo de consentimento, contendo informações e relatando que esse trabalho tratava-se de uma pesquisa, para a qual os alunos foram convidados a participar. Sendo assim, nesta pesquisa, só serão analisados e discutidos os resultados dos alunos que concordaram com o termo.

5.1 Instrumentos de coletas de dados

- **Questionário inicial:** O questionário inicial (QI)¹¹ tem a função de identificar os estudantes participantes da pesquisa. É um questionário a ser respondido rapidamente, com oito questões, sendo sete de múltipla escolha e uma dissertativa. Esse QI objetiva conhecer o público participante da pesquisa, através de questões tais como: você tem acesso à internet? Você tem acesso e faz uso de computador no seu dia a dia? Você já teve contato com objetos de aprendizagem, como, por exemplo, as simulações do Phet?

¹¹O questionário inicial está disponível no endereço

https://docs.google.com/forms/d/1Y46XSYYn1jKZEFef2jMq2bjC4B1J-2O19GR6_WR5mAc/edit?chromeless=1

Uma cópia está disponível no Apêndice.

- **Contato por mensagem digital:** Oriundos de atividades e através de trocas de e-mail (correio eletrônico), os registros associados às dúvidas e opiniões permitem compreender a concepção do aluno frente à atividade e ao portal gxq.
- **Análise das questões propostas:** Nesse instrumento, analisamos as questões das atividades, as similaridades de respostas, como os alunos enfrentam os problemas e quais as dificuldades apresentadas.
- **Questionário de opinião individuais das ADs:** A cada aplicação de atividade, era disponibilizado um questionário de opinião com escala Likert¹² sobre a AD. O questionário vinha logo após o término das questões propostas e tinha como finalidade compreender as opiniões de cada aluno.

5.1.1. Questionário inicial

O propósito desse questionário inicial era investigar e conhecer o aluno participante desta pesquisa de mestrado e justifica-se devido às atividades didáticas implementadas serem gerenciadas à distância pela autora dessa dissertação, todavia, em conjunto com a professora regente da turma de Física aplicada à Biologia. Além disso, as respostas referentes a esse QI são importantes, por transmitirem informações do conhecimento e prática que os alunos já dispõem de objetos de aprendizagem que usem computador.

O questionário foi disponibilizado na primeira semana de aula, contando com um total de treze submissões. Na sequência, apresentamos a análise dos resultados apresentados nessa ferramenta de coleta de dados. As duas primeiras questões abordavam o sexo e a idade dos estudantes. Os resultados apontaram que a turma era constituída majoritariamente por mulheres,

¹² Escala cujo nome faz referência ao seu criador, o psicólogo Rensis Likert. É usada para entender a opinião em nível de concordância ou discordância do leitor/usuário.

aproximadamente 85%. Quanto à idade, os resultados apontaram para uma razoável variabilidade, entre 17 e 26 anos, como podemos verificar na tabela que segue.

2. Qual a sua idade?

13 respostas

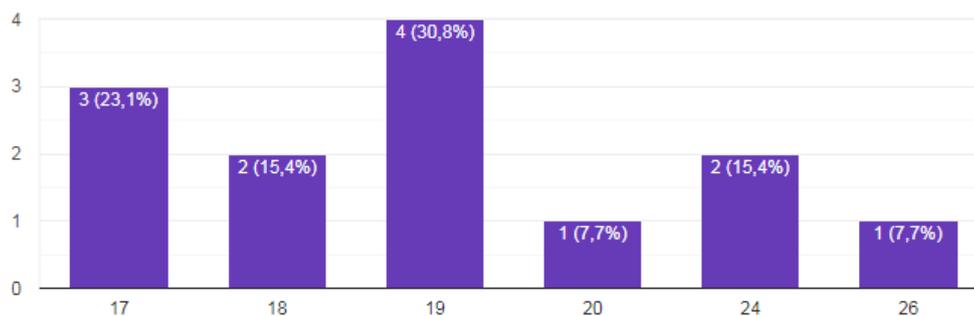


Figura 7: Gráfico média idade público alvo

Fonte: Elaborada pela autora

Após as questões iniciais, perguntamos se os estudantes tinham computador pessoal e acesso à internet. Essas informações são relevantes, afinal o conjunto de atividades da disciplina é realizado através do uso de TIC. Não possuir computador não impede a realização das atividades, mas precisaríamos disponibilizar alternativas, como utilizar o laboratório de informática da universidade em horários específicos, permitindo aos alunos resolverem as atividades.

Do total de respostas encontradas, aproximadamente 100% dos estudantes afirmaram ter computador pessoal e acesso à internet. Esse resultado não é surpreendente, pois, atualmente, o aumento constante de acesso às redes sociais e as facilidades ao adquirir-se ferramentas a preços mais acessíveis levam a um alto índice de acesso e utilização de computadores/celulares.

Essas informações são significativas para o nosso trabalho, pois vêm ao encontro e afirmação das estratégias previstas para alcançarmos os nossos objetivos, de analisar a viabilidade desse conjunto de atividades didáticas. Para tanto, um passo importante é saber que os alunos tenham acesso às ferramentas utilizadas para o desenvolvimento das atividades.

As questões cinco e seis questionavam se os alunos já haviam trabalhado com atividades didáticas fazendo uso de computadores e se conheciam o simulador *Physics Education Technology (PhET)*. Percebemos que, do total de alunos, aproximadamente 61,5% (oito alunos)

afirmaram já terem trabalhado com atividades didáticas computacionais e apenas 7,7 % (um aluno) conhecia os simuladores do *Phet*, de acordo com o gráfico a seguir.

6. Você conhece o simulador Physics Education Technology (PhET)?

13 respostas

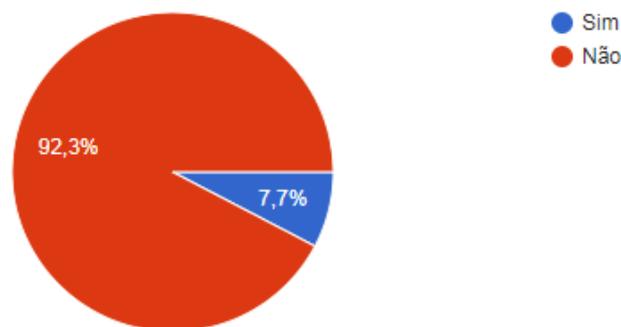


Figura 8: Índice de alunos que conhecem o Phet

Fonte: Elaborado pela autora

Ao analisarmos os resultados, verificamos que ambos apontam para uma turma com pouco conhecimento sobre os objetos de aprendizagem do *Phet*, sendo assim, foi necessário, desde o início do processo de ensino-aprendizagem, que preparássemos atividades com orientações que permitam ao estudante fazer a experiência sem dificuldades quanto ao manuseio do simulador.

5.1.2. Contato por mensagem digital

As atividades foram ministradas à distância, assim sendo, as orientações, as dúvidas, os relatos e a comunicação deram-se via correio eletrônico. Todavia, o nosso primeiro contato foi através de uma chamada de vídeo com a professora da turma, para qual os alunos foram dirigidos a uma sala de informática e, através dessa comunicação, tivemos a possibilidade de nos conhecer. Logo após, foi enviado o primeiro e-mail contendo orientações gerais sobre como seriam as atividades, como acessar o portal gxq, e foi anexado o questionário inicial.

Sempre que aplicamos uma atividade, os alunos eram avisados, via correio eletrônico, sobre a abertura, o prazo de submissão e recebiam informações gerais. Procuramos, a cada abertura de atividade, ou lembrete de fim de submissão, instigar o aluno, problematizando a

atividade com assuntos referentes à Biologia. Como exemplo das mensagens que foram enviadas ao alunos, segue o lembrete de fim da atividade 02 (dois) – “Formas de energia e suas transformações”, em que escrevemos aos alunos:

Ao realizar essa atividade, você terá a oportunidade de estabelecer relações entre os conteúdos vistos no decorrer do seu curso e o trabalho realizado na referida tarefa. Exemplificando, as transformações de energia desempenham um papel fundamental em todos os processos físicos e químicos que ocorrem nos sistemas vivos. Mas a energia sozinha é insuficiente para impulsionar o crescimento e o desenvolvimento dos organismos. Os catalisadores de proteínas chamados enzimas são necessários para garantir que as taxas de reações bioquímicas sejam rápidas o suficiente para suportar a vida. As células transformam energia para realizar trabalho útil (bioenergética). Na natureza existem várias formas de transformações de energia e nessa simulação computacional poderemos verificar algumas dessas transformações.

Aqueles que ainda não realizaram a atividade, não percam a oportunidade. Lembrando esse é nosso meio de contato, caso surjam às dúvidas, me ponho à disposição.”

Assim como essa atividade, nas outras quatro que foram realizadas, também enviamos e-mails incentivando os alunos a fazerem as proposições apresentadas. Procuramos sempre relacionar os conteúdos de Física com aplicações na Biologia. Percebemos engajamento por parte dos alunos em realizar as tarefas. A seguir, apontamos alguns relatos de trocas de e-mail. Identificamos os alunos com letras do alfabeto, afim de manter em sigilo o nome de ambos.

Aluno A: Olá prof Aline já fiz a atividade de ondas que é pra ser entregue até dia 12/11/2018, me desculpe me esforcei pra responder todas, mas as primeiras não sabia.

Nesse relato, percebemos que o aluno A preocupa-se em justificar que apesar de ter realizado a atividade, não conseguiu resolver todas as questões. Também recebíamos e-mail de alunos preocupados com a submissão das atividades, como podemos perceber no relato do aluno D:

Aluno D: Olá Aline, sou um dos alunos da disciplina de Física da professora Sabrina do curso de Ciências Biológicas - Licenciatura do campus de Palmeira das Missões. Gostaria de saber

se minha atividade foi enviada para você, pois eu cliquei para enviá-la e não mostrou mensagem de sucesso ao enviar.

Também recebemos relatos de alunos satisfeitos com as avaliações e com as atividades, demonstrando, assim, o grau de aceitabilidade, como podemos perceber na escrita do aluno C:

Aluno C: Boa noite prezada professora Aline!

Estou adorando estas atividades, estou conseguindo aprender de maneira fácil, em relação a minha nota também gostei 8,5 tive dificuldades em fazer, já fiz o trabalho espero ter recebido! Obrigada.

Ao final do semestre e após a divulgação avaliativa da última atividade, agradecemos a participação dos alunos, desejando boas festas de final de ano e convidando aqueles que tivessem interesse em descrever voluntariamente a experiência em resolver as atividades no portal gxq para que se manifestassem. Para nossa surpresa, o aluno G descreveu:

Aluno G: Olá Aline! Sobre as atividades eu achei que todas elas ajudaram bastante a entender o assunto proposto, as questões de maneira geral eram fáceis, mas algumas geravam confusão e demonstraram ser bastante difíceis de responder. O site em que foram feitas as atividades possui um ótimo layout e uma proposta muito interessante de aprendizado. De maneira geral as atividades foram de grande ajuda e levaram poucos minutos para responder, provando ser uma maneira eficiente de trabalhar com os alunos sem o uso de um laboratório. Também te desejo boas festa, um feliz natal e um ótimo ano novo! Foi um prazer trabalhar com você.

Um dos objetivos que apontamos e dissertamos nesta pesquisa era analisar a viabilidade de aplicação dessas atividades. Sendo assim, chamamos a atenção para a aceitabilidade por parte dos alunos e o engajamento deles no que se refere à resolução das tarefas. Percebemos, através dos relatos e dúvidas, o empenho ao resolverem os problemas, assim como fez-se possível verificar certa preocupação quanto à submissão das atividades.

Vale lembrar que, apesar dos alunos apresentarem dificuldades na resolução de algumas questões, eles reconheceram que as atividades contribuíram para o aprendizado e a compreensão do conteúdo. Ao analisarmos a descrição do aluno G, notamos que ele reconhece, que a nossa proposta de trabalhar o conteúdo usando simulação computacional com caráter investigativo é uma maneira eficiente de trabalhar o conteúdo com os alunos, ainda mais se a instituição não dispõe de laboratório.

Análise das questões propostas

- **AD 01 - Energia Térmica e Temperatura**

Na AD 01, foram propostas três questões que careciam respostas dissertativas, a saber: Q1, composta por Q1a, Q1b, Q1c, Q1d e Q1e. A Q1c solicitando *upload* do arquivo do sistema simulado em formato png ou jpg. Quanto a Q2 e Q3 são questões dissertativas referentes ao fenômeno estudado com a utilização da simulação computacional. Extraímos os dados de respostas de nove alunos que realizaram a atividade. A seguir, encontra-se a análise das atividades didáticas e as suas respectivas questões.

Q1a. Determine a energia interna U e a temperatura T de cada corpo com os instrumentos de medida disponíveis.

Nessa alternativa, foi possível perceber que 100% dos alunos receberam com certa estranheza a questão por não apresentar valores numéricos. Verificou-se à similaridade nas respostas no que se refere a contar os “pacotinhos de energia” contidos nos materiais ferro, tijolo e água. Porém, ao determinar a temperatura de cada corpo, observou-se que os alunos não indicaram valores devido a não apresentar valor numérico, o termômetro.

É possível relatar que 80% dos alunos identificaram três situações distintas ao observar o fenômeno, sendo elas: quente, frio e temperatura ambiente. Já 20% dos alunos consideraram apenas duas situações, quente e frio, desconsiderando, assim, a temperatura ambiente. É também factível afirmar que os alunos tratam a terminologia calor com as sensações quente e frio.

Q1b. É possível um corpo de menor energia interna ceder energia para um corpo de maior energia interna? Em caso afirmativo, simule esse fenômeno no laboratório do PhET.

- *Descreva como você preparou a condição inicial.*
- *Determine os valores de U e T de cada corpo no instante inicial, isto é, quando começam a trocar energia.*
- *Determine os valores de U e T de cada corpo no instante em que deixam de trocar energia.*

Nessa questão, percebemos duas categorias de respostas: os que acreditam que é possível um corpo de menor energia interna ceder energia para um de corpo de maior energia

interna e os que não acreditam ser possível. Houve confusão por parte dos alunos para diferenciar energia interna e calor e muitos responderam baseados em experiência cotidiana. Inclusive, foi possível observar que parcela significativa dos alunos desconsiderou as três orientações da questão.

Q1c. Fotografe o aplicativo do PhET durante a simulação realizada para responder o item anterior e faça o upload do arquivo. O arquivo deve estar no formato png ou jpg.

Todos os alunos fotografaram o processo e enviaram o arquivo. Porém, observamos que não descreveram como prepararam a condição inicial e também não determinaram os valores de U e T nos momentos inicial e final. Para exemplificar, analisaremos o *upload* da simulação do aluno B, na Figura 9. Percebemos que o aluno selecionou a ferramenta símbolos de energia e escolheu inserir o tijolo na água, porém, na imagem, notamos que não utilizou o termômetro para medir a temperatura e nem deu indícios que aqueceu ou resfriou um dos elementos a ser estudado. Sendo assim, nessas condições iniciais apresentadas na simulação, o aluno só poderia determinar a temperatura considerando-a ambiente.

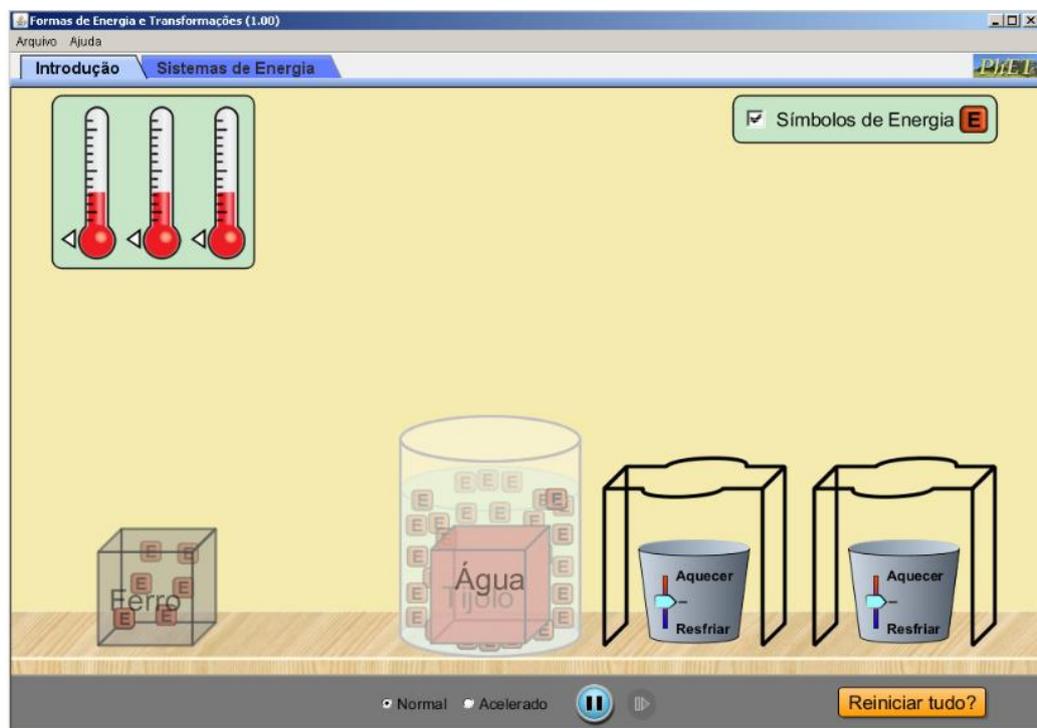


Figura 9: Processo formas de energia e transformações

Fonte: <http://boltz.ccne.ufsm.br/gxq/aline/fisbio/vcor?tid=6&kind=ugc&sel=classid&id=1>

Q1d. É possível que um corpo de menor temperatura ceda energia para um corpo de maior temperatura?

Nessa questão, houve consenso e similaridade nas respostas dos alunos. A maioria respondeu que o corpo de maior temperatura cede energia para o de menor temperatura. Como podemos perceber analisando a resposta do aluno F: *Não, pois somente o corpo com maior temperatura cede energia para o de menor. Até que os dois fiquem com a mesma temperatura, ou seja entrem em equilíbrio.*

Q1e. O que é preciso para dois corpos interagirem termicamente?

Analisando as respostas para esse questionamento, verificamos que aproximadamente 70% dos alunos foram concisos e consideraram que, para os corpos interagirem termicamente, é necessário eles estarem com temperatura diferente. Em alguns casos, os alunos pontuaram que também era necessário os corpos estarem em contato. Percebemos que, apesar das postagens dos alunos serem em datas/horários diferentes, as respostas assemelharam-se.

Q2. Como o laboratório do PhET representa a conservação da energia? Neste laboratório, há fontes de energia, ou seja, há locais pelos quais a energia entra ou sai do sistema representado?

Encontramos diversificadas interpretações e respostas para representar a conservação de energia utilizando a simulação nessa questão. Para exemplificar, escolhemos três alunos para analisarmos as respostas:

Aluno C: A energia fica armazenada dentro dos objetos. Ao aquecer, as moléculas de energia entram e quando esfria elas vão para a vizinhança.

Aluno F: Ele representa por E (energia). Pelo calor e resfriamento em um recipiente.

Aluno H: Representa a conservação de energia com a água e o ferro, por exemplo, se não colocar para ferver ou gelar, irão permanecer com suas energias iniciais. Há locais onde a energia sai como a energia luminosa, e o lugar que a energia sairia seria ao fazer o movimento no qual a energia irá se transforma e ir para outro lugar.

O aluno C optou por descrever que a energia fica armazenada dentro dos objetos, havendo situações diferentes ao aquecer-se ou resfriar os objetos. Percebemos que o aluno descreveu exatamente o que ocorre na simulação. Já o aluno F apenas relacionou e indicou que

a conservação de energia é representada por E. Por sua vez, o aluno H descreveu a conservação de energia, exemplificando uma situação envolvendo o ferro e a água.

Q3. Ao aquecer um corpo, é correto afirmar que quanto maior a temperatura, maior sua energia interna? Justifique.

Nessa questão, percebemos que 70% da turma responderam que é correto afirmar que quanto maior a temperatura maior será a energia interna, sendo que um dos alunos considerou a energia interna como sendo a agitação das moléculas, quanto maior a temperatura maior será essa agitação. Já 20% responderam não ser possível e 10% não responderam a questão, deixando em branco.

AD 02 - Formas de energia e suas transformações

Destacamos para a análise dessa atividade didática, que utilizamos duas questões dissertativas. A primeira (Q1a, Q1b e Q1c) com Q1c pedindo uma impressão representando os arranjos experimentais e, posteriormente, *upload* do arquivo do sistema simulado em formato png ou jpg. A segunda questão, composta por Q2a, Q2b e Q2c, questões dissertativas referentes ao fenômeno estudado com a utilização da simulação computacional, sendo que, assim como Q1c, o item Q2c também pede uma impressão e, posteriormente, *upload* do arquivo. Extraímos os dados de doze alunos que realizaram a atividade.

Q1a. Simule um processo no qual a fonte primária de energia é o Sol e seja capaz de acender lâmpadas. Identifique as interações e as transformações de energia ao longo de toda a cadeia do arranjo experimental.

Ao analisar essa questão, percebemos uma variabilidade de interpretações e descrições quanto ao processo simulado. Dos alunos que realizaram a atividade, aproximadamente 33% não identificaram as interações e as transformações de energia ao longo do processo. Exemplificando com o caso do aluno B, que ressaltou resumidamente que *a placa solar capta energia do sol, transformando em energia elétrica e em seguida produz energia luminosa*. Já aproximadamente 77% dos alunos respondentes descreveram o processo simulado mais detalhadamente, como podemos analisar na escrita do aluno C: *o processo inicial no qual iniciei foi clicar na fonte primária de energia do sol, após cliquei na lâmpada para acendê-la. Então o processo começou quando liguei o símbolo de energia, observando que haveria várias formas*

de energia para observação deste processo. Assim no sol contém várias energias luminosas com uma radiação eletromagnética sobre o painel solar, com um nível baixo de nenhuma nuvem, convertendo da energia luminosa para energia elétrica pelo painel solar onde o painel irá reagir com a luz solar do sol, transferindo para energia térmica dentro da lâmpada passando pelo um dispositivo elétrico acendendo a luz e saindo energia térmica e energia luminosa uma em uma. O aluno C ressaltou com detalhes o processo simulado, além disso, percebemos que ele compreendeu que, na presença de nuvens, haverá uma diferença na captação de energia solar pela placa.

Q1b. Qual lâmpada é mais eficiente? Justifique em termos das grandezas observadas no laboratório.

As respostas referentes a essa questão atingiram um total 100% de eficiência para a lâmpada fluorescente. Os alunos conseguiram identificar as diferenças entre as lâmpadas incandescente e fluorescente, como podemos verificar nas respostas do alunos D e F.

Aluno D: A lâmpada incandescente: ela se transfere para energia térmica dentro da lâmpada passando pelo um dispositivo elétrico e saindo energia térmica e energia luminosa uma em uma.

Lâmpada Fluorescente: possui grande eficiência por emitir mais energia em forma de luz do que calor. Ela se transfere da energia elétrica para energia térmica, saindo energia térmica e energia luminosa uma em uma.

A diferença seria que a lâmpada incandescente possui um dispositivo elétrico e a lâmpada fluorescente funciona de modo semelhante aos tubos de descarga de gás néon, possuem um par de elétrodos em cada extremo. O tubo de vidro é coberto com um material à base de fósforo. Este, quando excitado com radiação ultravioleta gerada pela ionização dos gases, produz luz visível.

Aluno F: Em termos de luminosidade, a lâmpada incandescente é mais eficiente, porém quando se trata de menor liberação de calor, a fluorescente se torna mais benéfica, uma vez que libera pouquíssima energia térmica.

Percebemos que os alunos diferenciaram as lâmpadas e apontaram que existe um dispositivo elétrico (filamento de tungstênio) na lâmpada incandescente acarretando diminuição na eficiência devido à transformação de parte da energia elétrica em energia térmica e luminosa

perceptível ao meio externo, diferenciando, assim, da lâmpada fluorescente que funciona a partir da ionização de gases confinados em seu interior, transformando, desse modo, apenas uma pequena parcela da energia elétrica em energia térmica.

Q1c. Faça uma impressão da tela de um de seus arranjos experimentais. Use algum aplicativo de edição de imagem e circule regiões onde ocorrem transformações de energia. Se o aplicativo possuir alguma ferramenta de texto, escreva o tipo de transformação. Depois de editada, faça o upload da imagem.

Todos os alunos submeteram a atividade, não apresentando dificuldades para responder essa questão. Porém, nem todos indicaram e descreveram onde ocorrem as transformações de energia. Notamos que a AD02 é viável, entretanto, não significa ser de fácil resolução.

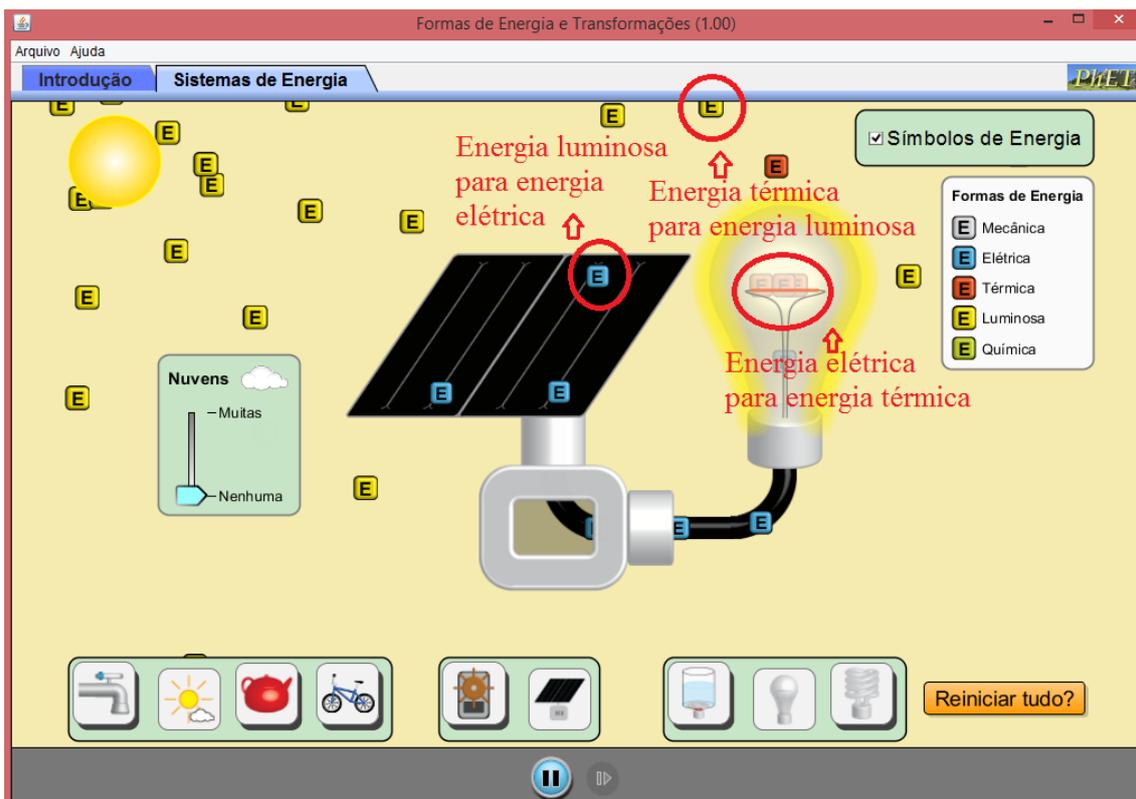


Figura 10: Processo placa solar e sol – aluno F

Fonte: <http://boltz.ccne.ufsm.br/gxq/aline/fisbio/vcor?tid=6&kind=ugc&sel=classid&id=1>

Ao analisar a imagem 10, percebemos que o aluno F equivocou-se ao pontuar a transformação de energia elétrica na placa para energia luminosa.

Q2a. Simule um processo no qual a fonte primária de energia é fornecida por um fluxo d'água e seja capaz de acender lâmpadas. Identifique as interações e as transformações de energia ao longo de toda a cadeia do arranjo experimental.

As únicas opções ofertadas pelo simulador como fonte de fluxo de água são a torneira e a chaleira. Contrariando ao que o enunciado solicitava, aproximadamente 58% dos alunos identificaram as interações e as transformações de energia ao longo da cadeia, porém, não trabalharam com a fonte primária fluxo de água, que havia sido solicitada na questão. Eles optaram por trabalhar com a menina e a bicicleta, desconsiderando o enunciado da questão.

Entretanto, percebemos que 34% dos alunos descreveram o processo utilizando, como fonte primária, a chaleira, como podemos observar na escrita do aluno D, *...quando aquecemos uma chaleira com temperatura muito quente a água evapora liberando energia térmica e mecânica que faz com que a roda gire e libere esta energia mecânica transformando em energia elétrica que pode ser testada pelas lâmpadas transformando em energia luminosa e térmica ou no aquecimento da água através de energia térmica.* Além disso, no que se refere a esse item, 8% optaram por utilizar a torneira como fonte primária, descrevendo o processo de maneira sucinta, *... a água que sai da torneira faz a roda d'água girar criando energia mecânica que se torna elétrica e em seguida se transforma em energia luminosa e energia térmica* (aluno G).

Acreditamos que houve desatenção por parte dos alunos ao que a questão solicitava. Apesar disso, verificamos que todos os alunos descreveram o processo simulado e as suas interações ao longo de toda cadeia experimental.

Q2b. Qual lâmpada é mais eficiente? Justifique em termos das grandezas observadas no laboratório.

A totalidade das respostas indica que a lâmpada mais eficiente é a fluorescente. Os alunos que justificaram as respostas citaram que o fator que torna esse tipo de lâmpada mais eficiente é a menor transformação de energia elétrica em energia térmica. Os alunos perceberam que o processo não interfere na eficiência da lâmpada.

Q2c. Faça uma impressão da tela de um de seus arranjos experimentais. Use algum aplicativo de edição de imagem e circule regiões onde ocorrem transformações de energia. Se o aplicativo possuir alguma ferramenta de texto, escreva o tipo de transformação. Depois de editada, faça o upload da imagem.



Figura 11: Processo com fonte primária chaleira – aluno H

Fonte: <http://boltz.ccne.ufsm.br/gxq/aline/fisbio/vcor?tid=6&kind=ugc&sel=classid&id=1>

Todos os alunos realizaram a questão. Atentamos para o *uplod* do aluno H, que escolheu como fonte primária a chaleira. Notamos que esse aluno numerou o processo contando cinco interações/transformações. Ao marcar, no simulador, a opção símbolos de energia, isso facilita bastante a observação e o entendimento da transformação que está ocorrendo no processo. Sendo assim, acreditamos que a utilização desse simulador forneceu, além de interatividade, a possibilidade de tornar visível o que estava/é invisível.

- **AD 03 - Física das Radiações - I**

Destacamos para a análise dessa atividade didática, que utilizamos cinco questões dissertativas. Extraímos os dados de treze alunos que realizaram a atividade.

Q1. Classifique os fenômenos exibidos na simulação de acordo com os tipos de interação da radiação com molécula.

O simulador moléculas e luz do *Phet* possibilita uma diversidade de combinações de arranjos experimentais de interação da radiação com molécula. Destacamos quatro possibilidades de radiação eletromagnética, que são através do micro-ondas, infravermelho, visível e ultravioleta. Por sua vez, as moléculas disponibilizadas são o monóxido de carbono (CO), nitrogênio (N₂), oxigênio (O₂), dióxido de carbono (CO₂), água (H₂O), dióxido de nitrogênio (NO₂) e ozônio (O₃). Para resolução dessa questão, não foi limitado o número de interações, sendo assim, houve diversidade de descrições por parte dos alunos. Percebemos que 86% dos alunos consideraram e exemplificaram três tipos de interação:

- I. A radiação pode romper as ligações químicas da molécula (fotodissociação);
- II. A radiação pode fazer com que a molécula vibre mais intensamente.
- III. A radiação pode fazer com que a molécula gire mais intensamente.

Como exemplificação dessa situação, citamos a resposta do aluno E, que se apresenta na sequência. Ele descreveu minuciosamente todo o experimento realizado, percebendo que, dependendo da combinação, as moléculas ora giram, vibram e rompem, ou nada acontece.

Todos os experimentos foram feitos em velocidade alta.

Micro-onda --- Utilizando o monóxido de carbono, água, dióxido de nitrogênio e ozônio. Pude perceber que as moléculas tiveram seus modos rotacionais excitados pela radiação. Quando o feixe de luz saía do micro-onda e batia nas moléculas, elas giravam intensamente, mas também ocorria o rebote de algumas moléculas que não passavam...Já outras, passavam normalmente.

Infravermelho --- Utilizando o monóxido de carbono, dióxido de carbono, água, dióxido de nitrogênio e ozônio. As moléculas vibravam intensamente, tendo seus modos vibracionais excitados pela radiação. Quando o feixe tocava a molécula, ela vibrava muito, e a molécula do meio rebatia alguns desses feixes...Mas os restantes feixes passavam.

Visível --- Na luz visível, o único que acontecia alguma coisa era o dióxido de nitrogênio. Quando o feixe batia nas moléculas, ele brilhava intensamente. Mas a luz passava por ele, e outras eram rebatidas tanto pra cima quanto pra baixo.

Ultravioleta --- Utilizando o dióxido de nitrogênio e ozônio, ocorria a separação dessas moléculas, quando o feixe de luz tocava. Essas moléculas se separavam, duas iam para cima e uma delas ia para baixo. Assim com o rompimento da molécula, a luz continuava passando sem nada.

Aquelas categorias que não foram citadas, é porque não houve nada além do feixe de luz passar tranquilamente.

Diferentemente do restante da turma, 14% classificaram as radiações como:

- Micro-ondas é uma radiação não ionizante, ou seja, não consegue arrancar elétrons;
- Infravermelho é radiação não ionizante;
- Visível não ionizante;
- Ultravioleta é ionizante apenas com o NO₂ e O₃.

Q2. Escolha uma situação na qual a simulação exhibe a fotodissociação de uma molécula. Qual o arranjo experimental escolhido? Descreva o fenômeno em detalhes.

Acreditamos que o texto de apoio da questão facilitou o entendimento do fenômeno observado. Os alunos apontaram dois arranjos experimentais nos quais ocorrem fotodissociação, a radiação ultravioleta com as moléculas de dióxido de nitrogênio e de ozônio, sendo que, desse modo, eles observaram que, quando expostas à radiação ultravioleta, há uma quebra nas ligações das referidas moléculas.

Q3. Escolha uma situação na qual a simulação excita os modos vibracionais de uma molécula. Qual o arranjo experimental escolhido? Descreva o fenômeno em detalhes.

Analisando esse item, percebemos que os alunos não tiveram dificuldades para descrever quais combinações excitam os modos vibracionais de uma molécula. A única possibilidade do fenômeno ocorrer era incidir infravermelho com o monóxido de carbono, combinação escolhida pelos alunos.

Q4. Escolha uma situação na qual a simulação excita os modos rotacionais de uma molécula. Qual o arranjo experimental escolhido? Descreva o fenômeno em detalhes.

Para responder esse item, os alunos optaram por citar e descrever as combinações de arranjos micro-ondas com o monóxido de carbono e com a molécula de água. Percebemos que, para uma futura reformulação dessa atividade, seria interessante retirar informações do texto de apoio e solicitar que os alunos exemplificassem e determinassem os arranjos fazendo analogias com o cotidiano, como, por exemplo, a maneira como o aparelho micro-ondas aquece os alimentos.

Q5. A intensidade do feixe de radiação incidente na molécula interfere no tipo de fenômeno observado? Justifique.

Analisando a resolução dessa questão, 100% da turma responderam que a intensidade do feixe interfere no tipo de fenômeno observado, conforme podemos verificar nas respostas que seguem.

Aluno A: *Sim, pois faz com que ela rompa as ligações químicas da molécula, vibre mais intensamente ou gire mais intensamente.*

Aluno E: *Sim, com a intensidade do feixe maior ou menor a radiação iria ocorrer da mesma forma. Ambas funcionariam, porém a grande diferença é a velocidade que essas moléculas iriam tanto vibrar, romper ou girar. Na luz visível por exemplo, com o dióxido de nitrogênio, citei que quando o feixe tocava na molécula, ela vibrava intensamente, agora com a luz reduzida, o brilho da molécula era insignificante, comparado com a luz anterior.*

Aluno G: *Sim, interfere, porque, depende do espectro de luz que a radiação emite, faz com que cada molécula tenha uma reação tanto de vibração, rompimento ou até rotacional ou até mesmo não acontecendo nada, sendo assim, a intensidade em que o feixe da radiação incide, sendo assim, tipos diferentes de fenômenos podem ser observados.*

Dividimos as repostas em duas categorias: os que acreditam (aproximadamente 65%) que a intensidade do feixe interfere causando rompimento, vibração e quebra da molécula e os que acreditam (aproximadamente 35%) que a intensidade do feixe interfere apenas na velocidade em que as moléculas realizarão as ações de vibração, rompimento e giro.

- **AD 04 - Ondas Transversais e Longitudinais**
- **AD 05 - Ondas - Principais Grandezas Associadas**

A AD04 e AD05 foram inspiradas em produção anterior do grupo MPEAC. Verificamos que, com a implementação das outras atividades já citadas nesta turma, a necessidade de reestruturá-las a fim de transformá-las para o modelo das demais.

Na AD 04, utilizamos quatro questões dissertativas. Diferentemente das atividades anteriores, em que adotamos simulação computacional de caráter investigativo, aqui, utilizamos recursos de imagens e vídeo de caráter investigativo com intuito de introduzir o conteúdo de ondulatória. Similar às ADs anteriores, neste caso, também era apresentado um texto introdutório sobre o assunto para ser lido individualmente por cada aluno. Foram extraídos os dados de atividades realizadas por nove alunos.

As definições referentes ao assunto ondulatória eram acompanhadas de imagens e exemplos do cotidiano. Percebemos que, mesmo com os dados fornecidos, os alunos apresentaram dificuldades ao relacionar as imagens com as definições para responder as questões, ou seja, apesar de definirem corretamente as ondas de natureza longitudinais e transversais, ambas não correspondiam às imagens. Para exemplificar essa análise, apresentaremos a questão 2 (dois), a seguir:

Q2. As imagens abaixo representam ondas transversais e/ou longitudinais?



Fonte imagem 1: http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_04.html

Fonte imagem 2: https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda_mec%C3%A2nica

Mesmo com o texto base, os alunos relacionaram as imagens que representam ondas transversais, confundindo com ondas longitudinais. Consideramos que os alunos não interpretaram as imagens corretamente. Nas atividades anteriores, exigia-se que os alunos explicassem e descrevessem o experimento, diferente dessa questão que exigia interpretação.

Aluno B: longitudinal por que se propagam por uma superfície.

Aluno D: Quando se propaga no ar ou água, que é um meio fluido é necessariamente uma onda longitudinal, pois apenas sólidos são meios elásticos.

Do mesmo modo que a AD4, a AD5 também aborda o conteúdo de ondulatória. Nessa atividade, exploramos o objeto de aprendizagem simulador de onda numa corda do *phet*. Destacamos que, neste caso, foram utilizadas três questões dissertativas. A primeira (Q1a, Q1b e Q1c), a segunda (Q2a, Q2b e Q2c) e a terceira (Q3a, Q3b, Q3c, Q3d e Q3e). Foram extraídos os dados de atividades realizadas por nove alunos.

Chamamos a atenção para a questão Q1b e, principalmente, para as questões Q2a, Q2b, Q2c que tiveram baixo índice de respondentes. Portanto, entendemos ser relevante refletirmos sobre as possíveis causas desse evento. Ao buscarmos subsídios para entender o motivo pelo qual os alunos deixaram em branco essas alternativas, percebemos que, nessas questões, era necessário utilizar ferramenta matemática para a resolução. O aluno B justificou que “*não consegui fazer o cálculo e por isso não consegui resolver essas questões*”.

Utilizar instrumentos de medição e de cálculo são fundamentais, pois, os fenômenos e as relações de grandezas são expressos na Física através de equações, sendo assim, é fundamental que os alunos trabalhem com essas ferramentas. Pela menor adesão dos participantes em resolver questões com cálculo, consideramos que eles apresentam dificuldade para tal habilidade, ou seja, desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender com esse tipo de questão.

5.1.4. Questionários de opinião individuais das ADs

A elaboração do questionário de opinião foi baseada nas escalas oriundas do trabalho do pesquisador Rensis Likert. Essas escalas pressupõem que a intensidade da experiência é linear, portanto, passa de uma discordância total a uma concordância total, assumindo que as atitudes podem ser medidas. Com base nesses pressupostos e com o propósito de analisarmos o modelo desenvolvido por Likert (1932) na figura 12:

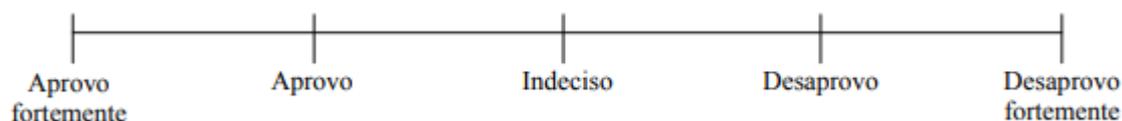


Figura 12: Modelo de escala desenvolvido por Likert (1932)

Fonte: Likert (1932)

As respostas podem ser oferecidas em diferentes níveis de medição, permitindo escalas em um sistema de cinco categorias (pontos) que vão desde “aprovo totalmente (nível 1)” a “desaprovo totalmente (nível 5)”, havendo também um elemento neutro para aqueles usuários que não concordam e nem discordam.

Em nosso trabalho, ao final de cada atividade implementada, havia um questionário de opinião baseado na escala tipo Likert. O questionário era constituído por quatro itens a serem avaliados, com respostas fechadas, graduadas numa escala de cinco opções: em relação ao trabalho (1 - nada trabalhosa a 5 – muito trabalhosa), dificuldade (1 – muito fácil a 5 – muito difícil), interesse (1 – muito tediosa a 5 – muito interessante) e de forma geral (1 - fraca a 5 – ótima). A figura 13 ilustra o questionário:

Por favor, responda a pesquisa abaixo com sua opinião a respeito dessa atividade didática. Você deve dar uma nota de 1 a 5 em relação a cada critério. obrigado!

Em relação ao trabalho a atividade foi:

1 (nada trabalhosa) 2 3 4 5 (muito trabalhosa)

Em relação à dificuldade a atividade foi:

1 (muito fácil) 2 3 4 5 (muito difícil)

Em relação ao interesse a atividade foi:

1 (muito tediosa) 2 3 4 5 (muito interessante)

De forma geral (a nota que você atribui à atividade) a atividade foi:

1 (fraca) 2 3 4 5 (ótima)

Figura 13: Questionário final das ADs

Fonte: Elaborado pela autora

Nesse instrumento de coleta de dados, avaliamos, individualmente as cinco atividades. Para tanto, ressaltamos que o questionário de opinião manteve a mesma estrutura para todas as atividades. Também salientamos que não era obrigatório responder o questionário, porém, todos aqueles que realizaram a atividade fizeram-no.

- AD 01 - Energia Térmica e Temperatura

Para a análise, extraímos os dados de atividades realizadas por onze alunos. Os gráficos a seguir indicam as respostas dos alunos frente aos questionamentos.

Questão 01- Em relação ao trabalho, a atividade era classificada em:

1. Nada trabalhosa.
2. Pouco trabalhosa
3. Indeciso (a)
4. Trabalhosa
5. Muito trabalhosa

Obtemos os seguintes resultados:

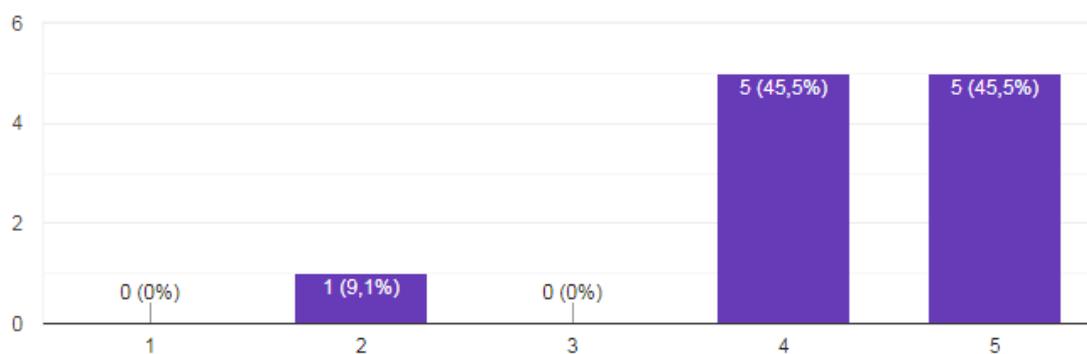


Figura 14: Gráfico em relação ao trabalho – AD01

Fonte: Elaborada pela autora

Questão 02- Em relação à dificuldade, a atividade era classificada em:

1. Muito Fácil.
2. Fácil
3. Indeciso (a)
4. Difícil
5. Muito difícil

Obtemos os seguintes resultados:

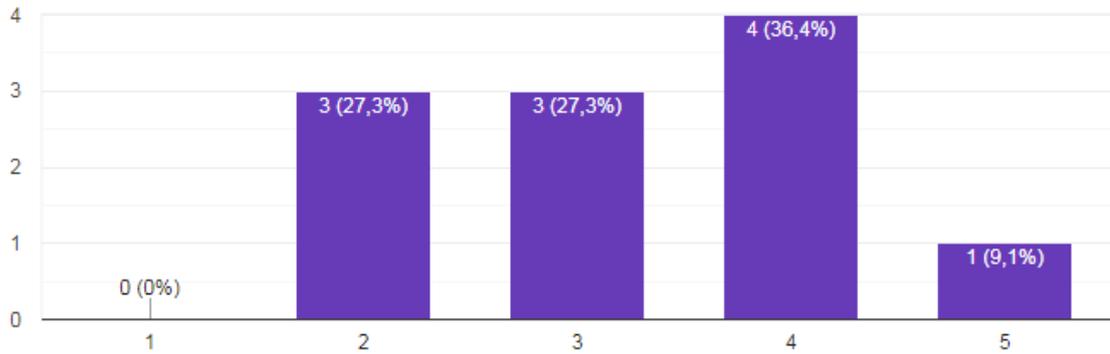


Figura 15: Gráfico em relação à dificuldade – AD01

Fonte: Elaborada pela autora

Questão 03- Em relação ao interesse, a atividade era classificada em:

1. Muito tediosa.
2. Tediosa
3. Indeciso (a)
4. Interessante
5. Muito interessante

Obtemos os seguintes resultados:

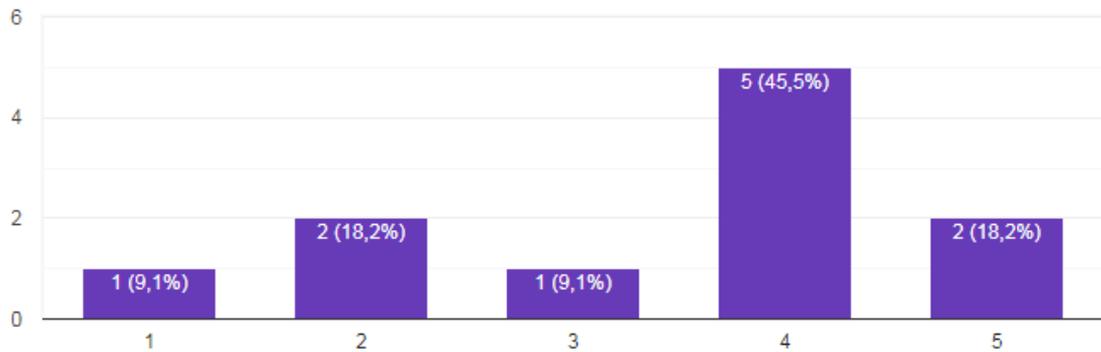


Figura 16: Gráfico em relação ao interesse – AD01

Fonte: Elaborada pela autora

Questão 04 - De forma geral, a atividade era classificada em:

1. Muito fraca.
2. Fraca
3. Indeciso (a)
4. Boa

5. Ótima

Obtemos os seguintes resultados:

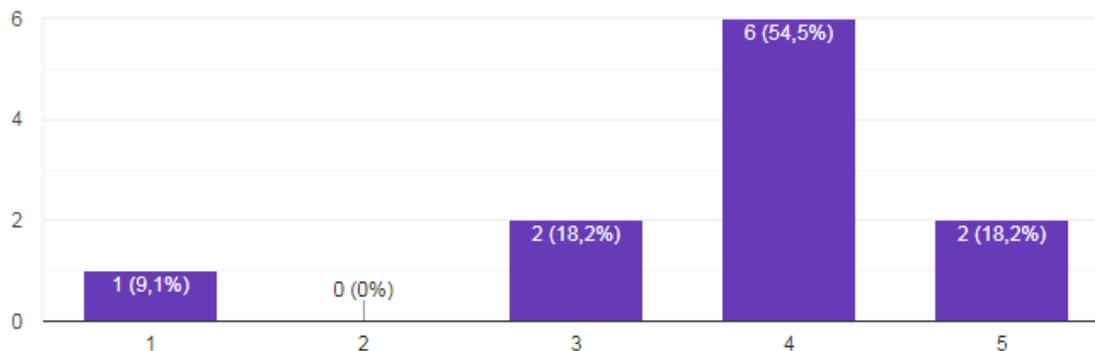


Figura 17: Gráfico avaliação geral da AD01

Fonte: Elaborada pela autora

Ao analisar a AD01 como um todo, percebemos que a grande maioria dos alunos considerou essa atividade trabalhosa, como podemos verificar na figura 14. Porém, ao analisarmos a dificuldade da atividade na figura 15, notamos uma homogeneização nas respostas. Aproximadamente 27,3% (três alunos) consideraram a atividade fácil, todavia, 36,4% (quatro alunos) consideraram difícil e 9,1% (um aluno) considerou muito difícil a atividade. Por fim, 27,3% (3 alunos) ficaram indecisos.

Quanto ao interesse, a atividade obteve aceitação positiva entre a maior parte dos alunos, conforme pode analisado na figura 16. Cerca de 45,5% (cinco alunos) considerou a AD01 interessante, já 18,2% (dois alunos) classificaram como muito interessante. Porém, apesar do saldo positivo, 18,2% (dois alunos) acharam a atividade tediosa e 9,1% (um aluno) consideraram a AD01 muito tediosa. Ademais, 9,1% (um aluno) ficaram indecisos quanto ao interesse pela atividade.

De forma geral, como analisamos na figura 17, apesar de algumas indecisões em opinar sobre a AD01, percebemos que os alunos gostaram da atividade, para 54,4% (seis alunos) a avaliação geral foi classificada como boa e, para 18,2% (dois alunos), ela foi ótima. Entretanto, 18,2% (dois alunos) ficaram indecisos e 9,1% (um aluno) consideraram-na fraca. Compilando

os dados, os resultados oriundos dessa atividade apontam para uma aceitabilidade por parte dos alunos.

Ao analisarmos as respostas indicadas na escala Likert, notamos que a avaliação dos alunos para a AD01 foi trabalhosa, difícil, interessante e boa. Esse resultado indica que a AD foi desafiadora e, ainda assim, despertando interesse dos alunos que a avaliaram positivamente.

AD 02 - Formas de energia e suas transformações

Destacamos para a análise dessa atividade didática, os dados extraídos do trabalho de treze alunos que a realizaram. Os gráficos a seguir expressam a respostas dos alunos, frente ao questionamentos.

Questão 01- Em relação ao trabalho, a atividade era classificada em:

1. Nada trabalhosa.
2. Pouco trabalhosa
3. Indeciso (a)
4. Trabalhosa
5. Muito trabalhosa

Obtemos os seguintes resultados:

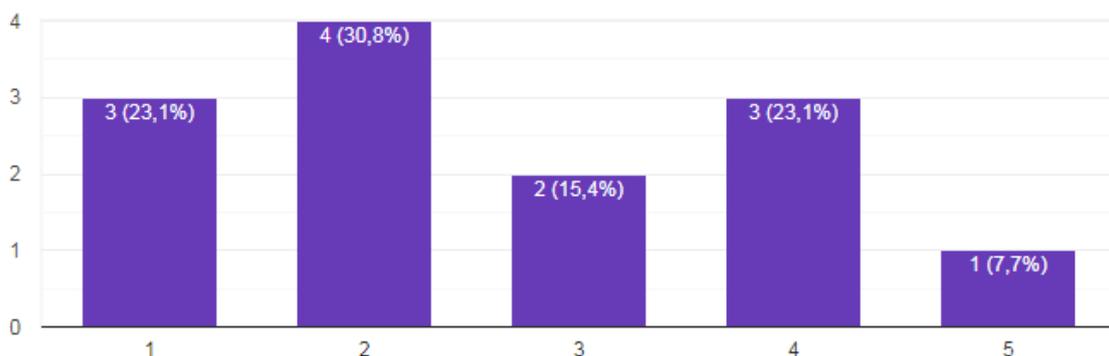


Figura 18: Gráfico em relação ao trabalho - AD02

Fonte: Elaborada pela autora

Questão 02- Em relação à dificuldade, a atividade era classificada em:

1. Muito Fácil.

2. Fácil
3. Indeciso (a)
4. Difícil
5. Muito difícil

Obtemos os seguintes resultados:

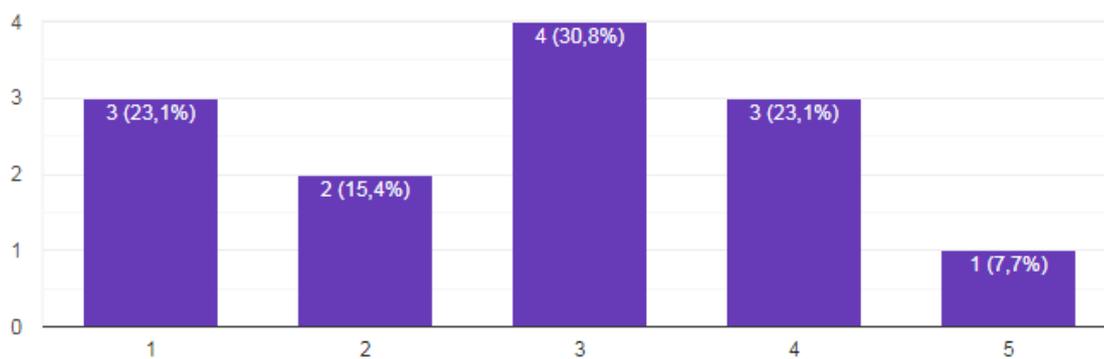


Figura 19: Gráfico em relação à dificuldade – AD02

Fonte: Elaborada pela autora

Questão 03- Em relação ao interesse, a atividade era classificada em:

1. Muito tediosa.
2. Tediosa
3. Indeciso (a)
4. Interessante
5. Muito interessante

Obtemos os seguintes resultados:

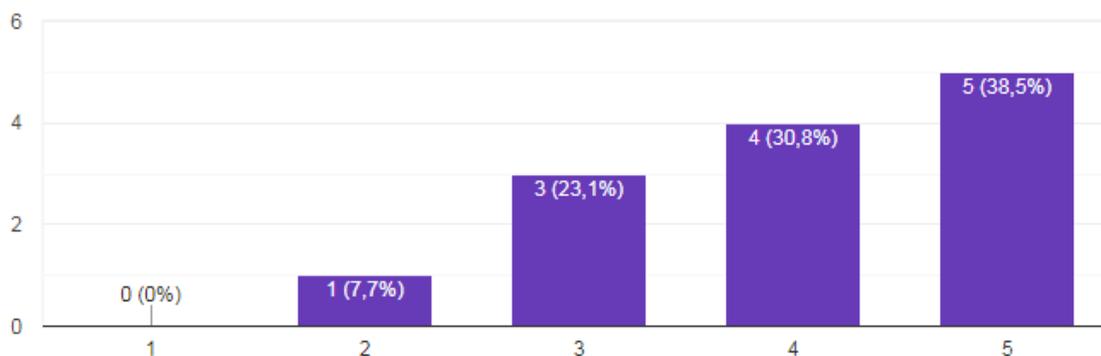


Figura 20: Gráfico em relação ao interesse – AD02

Fonte: Elaborada pela autora

Questão 04 - De forma geral, a atividade era classificada em:

1. Muito fraca.
2. Fraca
3. Indeciso (a)
4. Boa
5. Ótima

Obtemos os seguintes resultados:

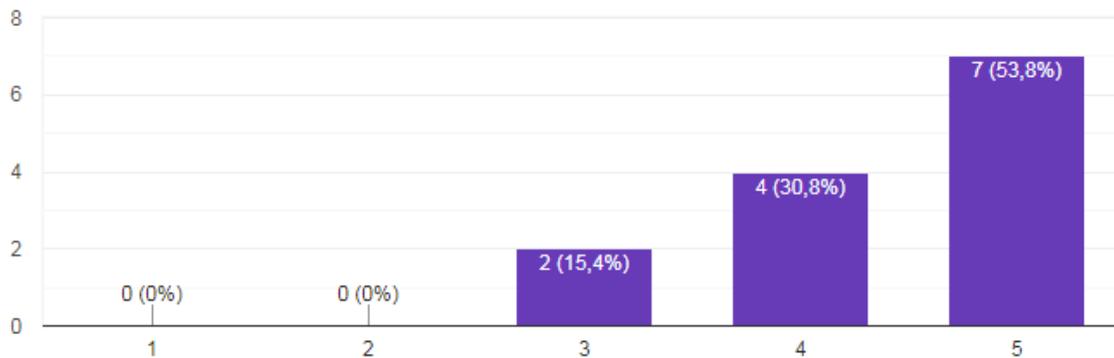


Figura 21: Gráfico avaliação geral da AD02

Fonte: Elaborada pela autora

Assim como a AD01, a AD02 justifica a sua viabilidade através dos dados positivos coletados no questionário. Em relação ao trabalho, percebemos, na figura 18, que 23,1% (três alunos) consideraram-na nada trabalhosa e 30,8% (quatro alunos) avaliaram-na como pouco trabalhosa. Já 15,4% (dois alunos) ficaram indecisos pontuando a AD02 com nota 3 (três). O restante classificou como trabalhosa (23,1%) e muito trabalhosa (7,7%).

Em relação à dificuldade, observamos, na figura 19, que a maior parte dos alunos ficou indecisa (30,8%) ao opinar. Mesmo assim, significativa parcela do restante considerou a AD02 fácil (15,4%) ou muito fácil (23,1%). Também percebemos que os alunos acharam a atividade interessante, como podemos perceber na figura 20. Ainda de forma geral, a AD02 foi bem avaliada pelos alunos como verificamos na figura 21, sendo que 53,8% (sete alunos) consideraram a AD02 ótima, sendo um resultado importante e expressivo.

Ao analisarmos as respostas indicadas na escala Likert, constatamos que a AD02 exigiu pouco trabalho, deixando os alunos indecisos quanto à dificuldade, ela foi desafiadora e despertou o interesse dos alunos que a avaliaram positivamente.

AD 03 - Física das Radiações – I

Destacamos para a análise dessa atividade didática, dados coletados entre treze alunos que realizaram a atividade.

Questão 01- Em relação ao trabalho, a atividade era classificada em:

1. Nada trabalhosa.
2. Pouco trabalhosa
3. Indeciso (a)
4. Trabalhosa
5. Muito trabalhosa

Obtemos os seguintes resultados:

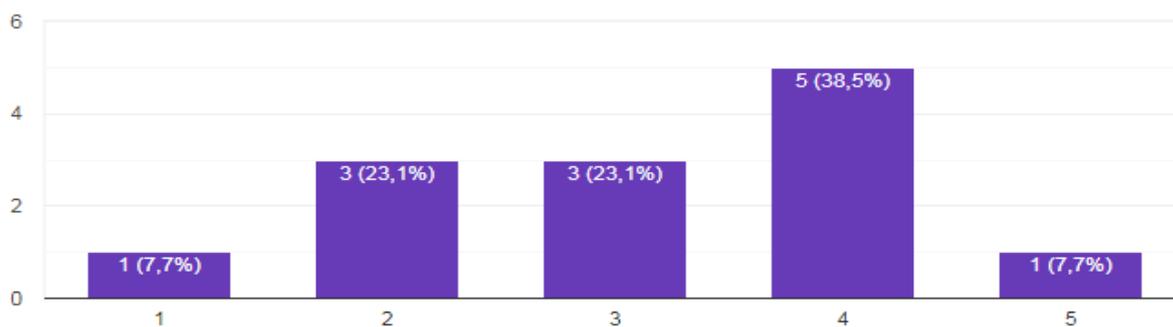


Figura 22: Gráfico em relação ao trabalho - AD03

Fonte: Elaborado pela autora

Questão 02- Em relação à dificuldade, a atividade era classificada em:

1. Muito Fácil.
2. Fácil
3. Indeciso (a)
4. Difícil
5. Muito difícil

Obtemos os seguintes resultados:

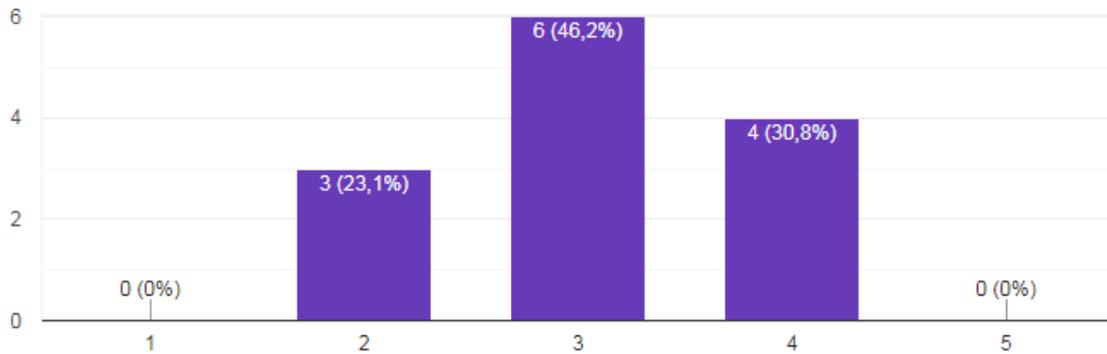


Figura 23: Gráfico em relação à dificuldade – AD03

Fonte: Elaborado pela autora

Questão 03- Em relação ao interesse, a atividade era classificada em:

1. Muito tediosa.
2. Tediosa
3. Indeciso (a)
4. Interessante
5. Muito interessante

Obtemos os seguintes resultados:

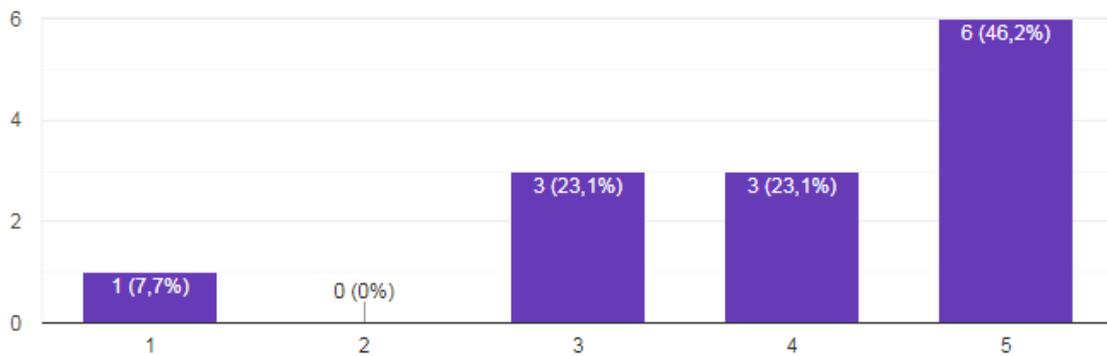


Figura 24: Gráfico em relação ao interesse – AD03

Fonte: Elaborado pela autora

Questão 04 - De forma geral, a atividade era classificada em:

1. Muito fraca.
2. Fraca

3. Indeciso (a)
4. Boa
5. Ótima

Obtemos os seguintes resultados:

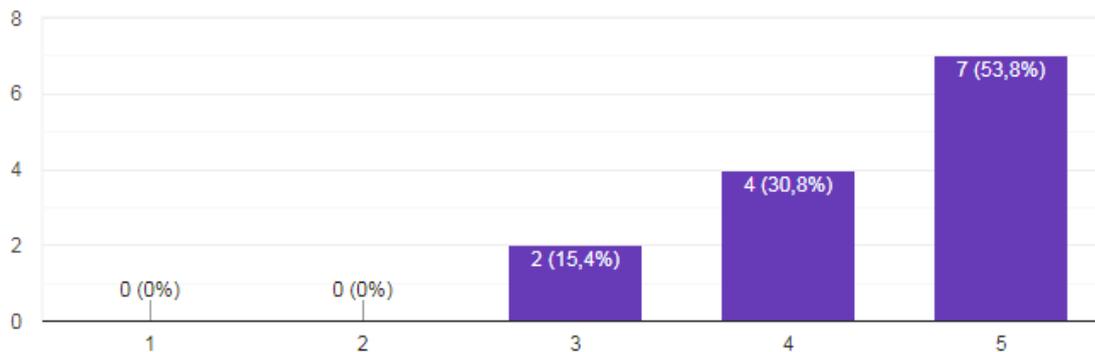


Figura 25: Gráfico AD03 de forma geral

Fonte: Elaborado pela autora

Na AD03, percebemos pela figura 22 que a maior parcela dos alunos consideraram-na mais trabalhosa (38,5), ficando indecisos (46,2%) em relação à dificuldade. Essa atividade tratava da interação entre radiação eletromagnética e moléculas, conteúdo de Física moderna. Apesar dos alunos terem reconhecido que atividade era mais trabalhosa, consideraram interessante (46,6%), classificando a AD03 como ótima, como podemos perceber na figura 24 acima.

De forma geral, essa foi a atividade que obteve maior avaliação como AD ótima. Percebemos que as dificuldades encontradas foram devido às séries de combinações possíveis na simulação, o que se justifica pelo fato de parcela dos alunos classificarem-na como trabalhosa. Entendemos que os alunos não tiveram dificuldades em interpretar a simulação através da observação. Majoritariamente, os alunos conseguiram distinguir e descrever as interações que o simulador apresentava.

AD 04 - Ondas Transversais e Longitudinais

Destacamos, para a análise da AD04, os dados que extraímos de atividades realizadas por dez alunos.

Questão 01- Em relação ao trabalho, a atividade era classificada em:

1. Nada trabalhosa.
2. Pouco trabalhosa
3. Indeciso (a)
4. Trabalhosa
5. Muito trabalhosa

Obtemos os seguintes resultados:

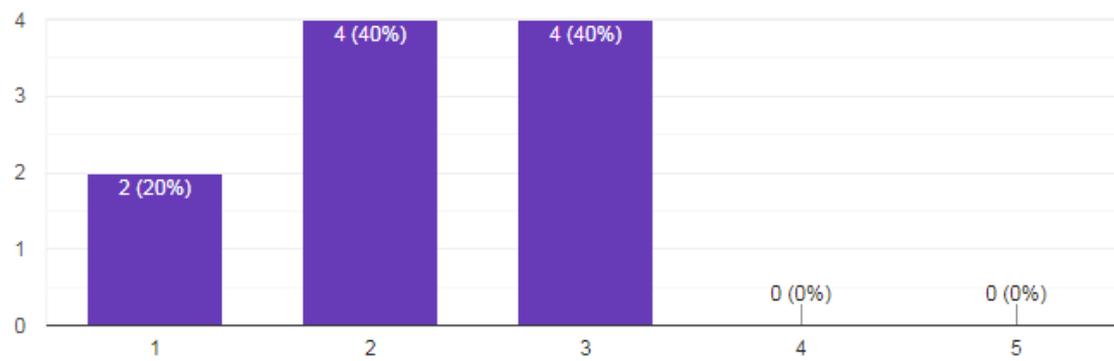


Figura 26: Gráfico em relação ao trabalho - AD04

Fonte: Elaborado pela autora

Questão 02- Em relação à dificuldade, a atividade era classificada em:

1. Muito Fácil.
2. Fácil
3. Indeciso (a)
4. Difícil
5. Muito difícil

Obtemos os seguintes resultados:

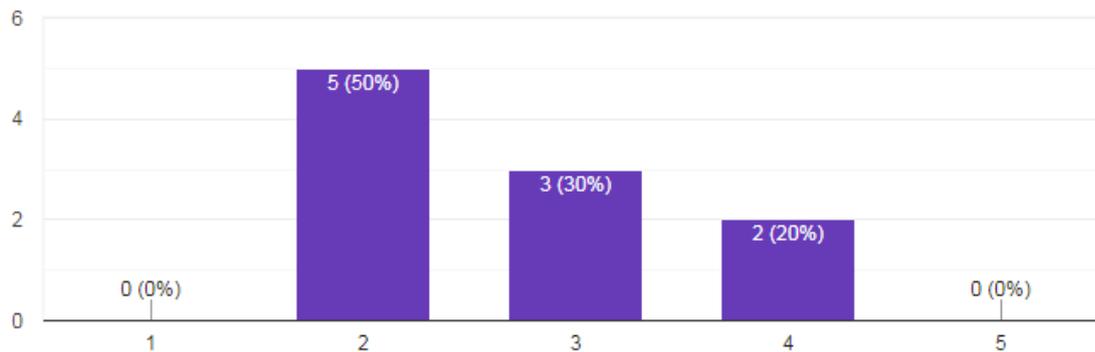


Figura 27: Gráfico em relação à dificuldade - AD04

Fonte: Elaborado pela autora

Questão 03- Em relação ao interesse, a atividade era classificada em:

1. Muito tediosa.
2. Tediosa
3. Indeciso (a)
4. Interessante
5. Muito interessante

Obtemos os seguintes resultados:

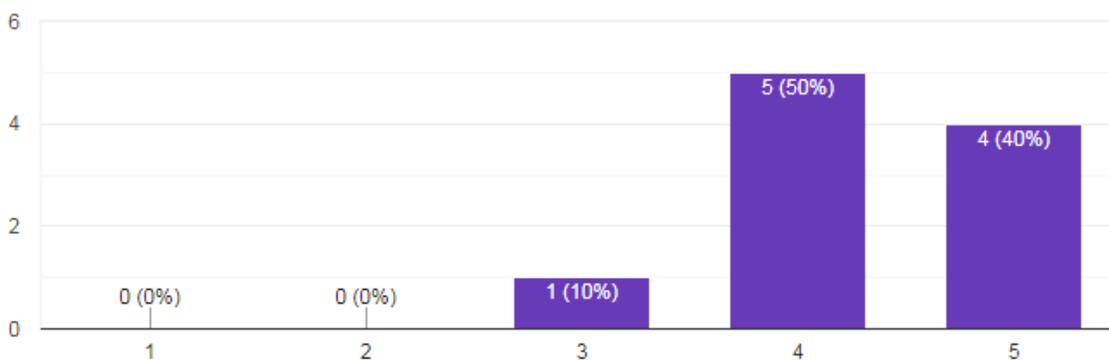


Figura 28: Gráfico em relação ao interesse - AD04

Fonte: Elaborado pela autora

Questão 04 - De forma geral, a atividade era classificada em:

1. Muito fraca.
2. Fraca
3. Indeciso (a)

4. Boa
5. Ótima

Obtemos os seguintes resultados:

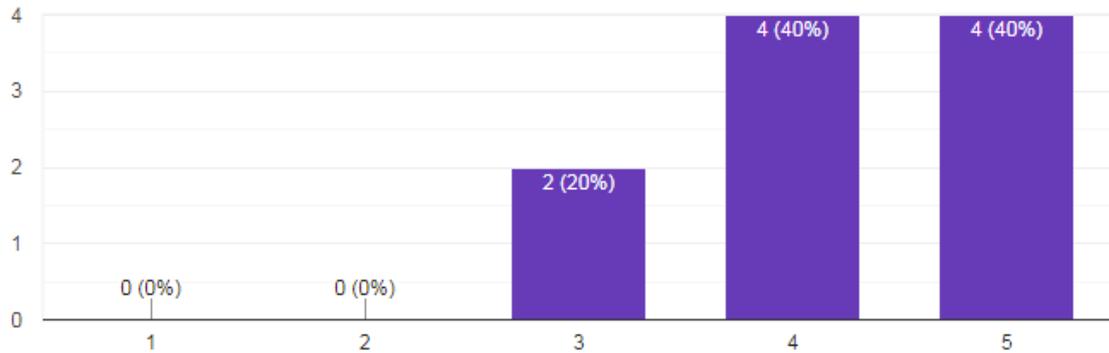


Figura 29: Gráfico AD04 de forma geral

Fonte: Elaborado pela autora

A pedido da professora da disciplina, necessitávamos de uma atividade introdutória de fenômenos ondulatórios e, para tanto, optamos por desenvolver a AD04 com utilização de recursos de imagem e vídeo. Entrelaçando as respostas, a AD04 foi avaliada como nada trabalhosa, fácil, interessante, boa/ótima.

Em relação ao trabalho, os alunos classificaram-na como uma atividade que não exigiu muito trabalho, como podemos perceber na figura 26. Os dados representados na figura 27 ressaltam que aproximadamente 50% (cinco alunos) consideram a AD04 como fácil. Observamos também que, nessa avaliação, os extremos da escala Likert não foram mencionados, ou seja, os alunos não consideraram a AD 04 nem muito fácil, nem muito difícil. Ademais, a grande maioria considerou a atividade interessante, classificando como boa e ótima.

Percebemos, pelas respostas dos alunos, um nível de aceitação grande para essa atividade, como podemos analisar na figura 29. Os alunos ao citarem exemplos de ondas longitudinais e transversais relacionaram a classificação exemplificando situações do cotidiano, como jogar uma pedra no rio e ficar observando o movimento da água.

AD 05 - Ondas - Principais Grandezas Associadas

Destacamos, para a análise dessa atividade didática, os dados das atividades desenvolvidas por nove alunos.

Questão 01- Em relação ao trabalho, a atividade era classificada em:

1. Nada trabalhosa.
2. Pouco trabalhosa
3. Indeciso (a)
4. Trabalhosa
5. Muito trabalhosa

Obtemos os seguintes resultados:

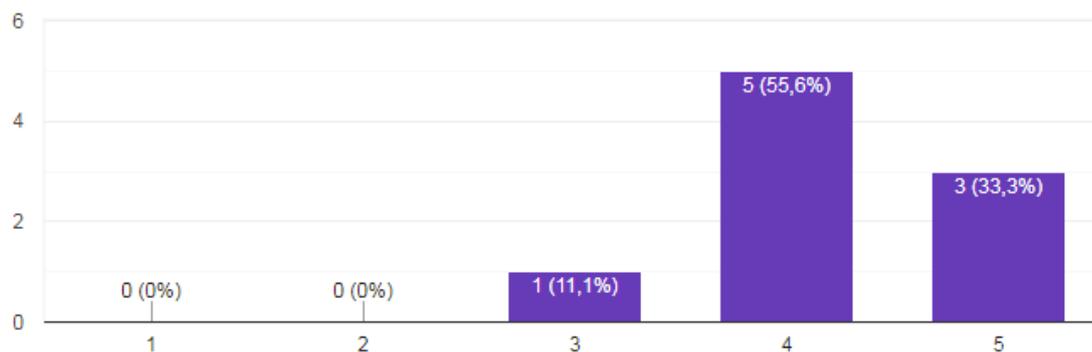


Figura 30: Gráfico em relação ao trabalho - AD05

Fonte: Elaborado pela autora

Questão 02- Em relação à dificuldade, a atividade era classificada em:

1. Muito Fácil.
2. Fácil
3. Indeciso (a)
4. Difícil
5. Muito difícil

Obtemos os seguintes resultados:

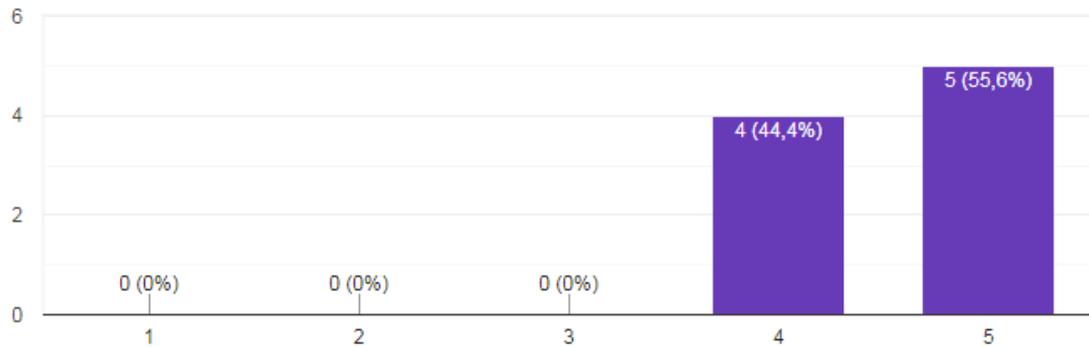


Figura 31: Gráfico em relação à dificuldade - AD05

Fonte: Elaborado pela autora

Questão 03- Em relação ao interesse, a atividade era classificada em:

1. Muito tediosa.
2. Tediosa
3. Indeciso (a)
4. Interessante
5. Muito interessante

Obtemos os seguintes resultados:

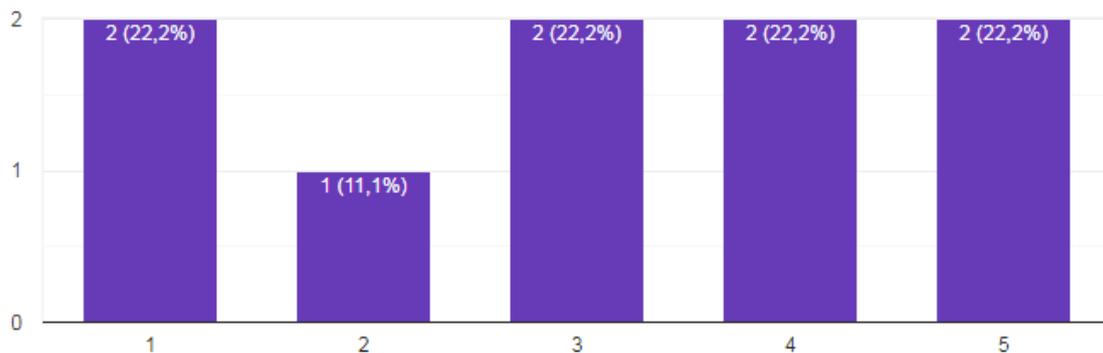


Figura 32: Gráfico em relação ao interesse - AD05

Fonte: Elaborado pela autora

Questão 04 - De forma geral, a atividade era classificada em:

1. Muito fraca.
2. Fraca

3. Indeciso (a)
4. Boa
5. Ótima

Obtemos os seguintes resultados:

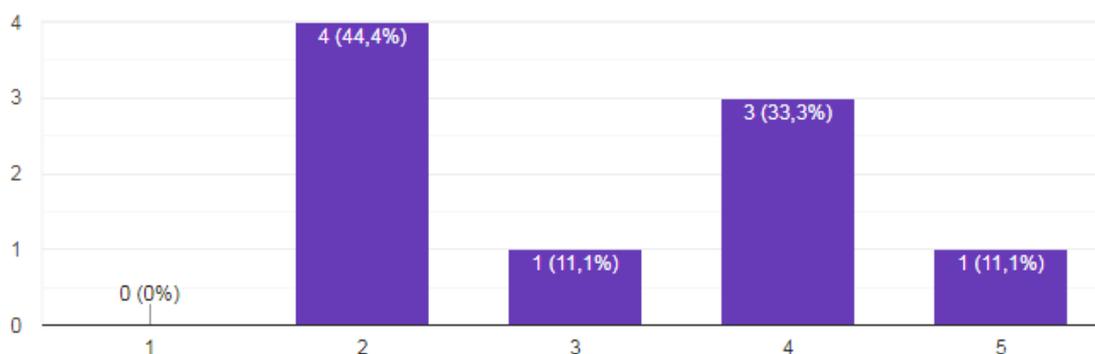


Figura 33: Gráfico AD05 de forma geral

Fonte: Elaborado pela autora

Analisando a AD05, constatamos que essa atividade foi tida como trabalhosa pela maioria dos alunos (55,6%) como podemos verificar na figura 30, ainda alguns estudantes classificaram-na como muito trabalhosa (33,3%). Quanto à dificuldade na figura 31, também se pode observar que ela foi considerada difícil e muito difícil. Esse fato justifica-se por essa atividade apresentar maior número de questões dissertativas e que envolviam cálculo. Percebemos que muitos alunos nem tentaram resolver o cálculos.

Em relação ao interesse da AD05, notamos, pela figura 32, que houve discrepância nas respostas. Ao analisarmos o gráfico, percebemos que as cinco opções de alternativas foram apontadas pelos alunos. De forma geral, pela figura 33, é possível identificar que a AD05 foi classificada por 44,4% (quatro alunos) como fraca, sendo das opções disponíveis aquela que apresentou o maior índice. A AD foi classificada como trabalhosa difícil/muito difícil, sendo assim uma AD que desafiou os alunos para a sua realização.

Em conformidade com a discussão que estamos expondo, ao analisarmos os resultados obtidos como um todo, percebemos uma receptividade positiva quanto às ADs de forma geral.

A Figura 34, a seguir, indica uma totalidade maior de estudantes que consideraram as ADs como boas ou ótimas, do que os indecisos, ou que as consideraram como fraca ou muita fraca.

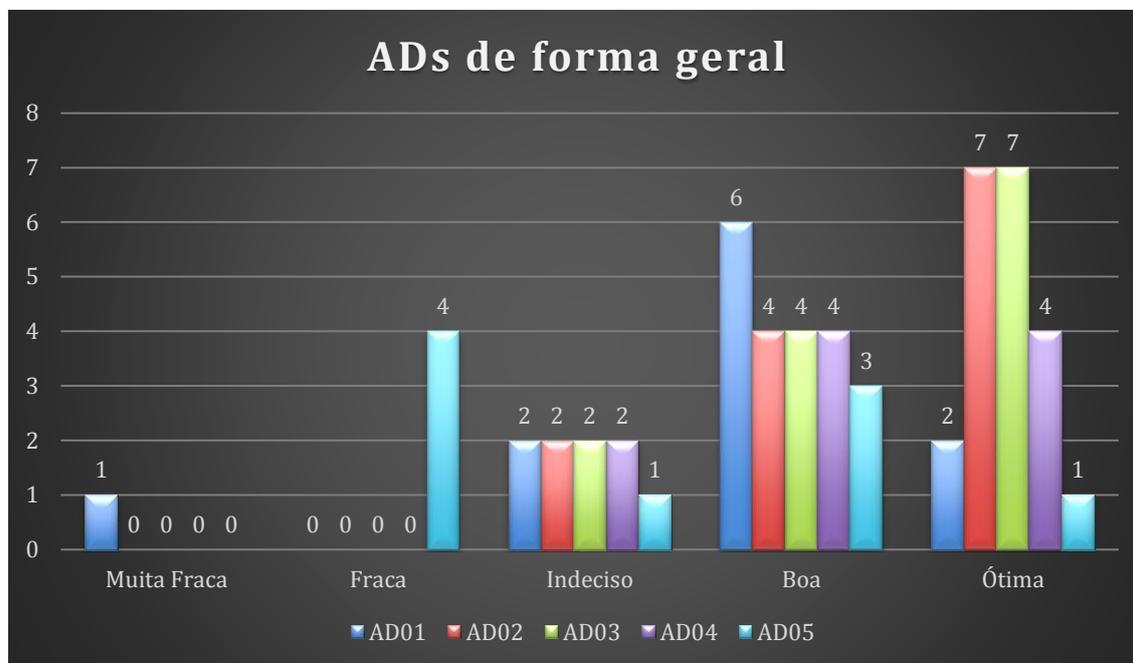


Figura 34: Representação ADs de forma geral

Fonte: Elaborada pela autora

Procuramos, com a análise dos resultados, pontuar que justificamos e cumprimos os objetivos no âmbito desta dissertação de mestrado. Desenvolvemos um conjunto de AD utilizando simulação computacional de caráter investigativo, enfatizando o estudo dos fenômenos físicos. Implementamos as AD em uma turma de licenciatura em Ciências biológicas (DCB1036). Analisamos a relação que os alunos estabelecem entre fenômenos e conceitos e avaliamos a viabilidade de aplicação do conjunto de ADs.

Para avaliar a viabilidade, testamos a potencialidade técnica da plataforma gxq. Para tanto, através do QI, consultamos se as ferramentas necessárias para a utilização da plataforma e, conseqüentemente, a realização da ADs eram de fácil acesso aos alunos. Através do contato por mensagem digital, via correio eletrônico, obtivemos, através dos relatos e dúvidas, a concepção do aluno frente à atividade e à utilização do portal gxq.

Percebemos, através da análise das questões propostas, a relação que os alunos estabelecem entre fenômenos e conceitos. E, por fim, através do instrumento do questionário de opinião individual de cada atividade, foi possível verificar a aceitabilidade das ADs, que, de

forma geral, foram avaliadas como desafiadoras, boas ou ótimas. Sendo assim, consideramos que as ADs são efetivas e têm potencial para fomentar a prática de aprendizagem entre os alunos.

Através dos resultados encontrados nessa pesquisa, percebemos que a integração dos recursos didáticos simulação computacional e atividades investigativas é uma excelente alternativa para potencializar as atividades em aula. Nas revistas selecionadas na literatura da área para embasar o trabalho desenvolvido no âmbito do mestrado, não encontramos trabalhos que abordassem a integração desses recursos didáticos. Dessa maneira, pontuamos a importância dessa pesquisa de dissertação para área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao considerar a estrutura da metodologia EDR que nos guiou para a construção deste trabalho, assim como refletir sobre o nosso objetivo central de desenvolver, implementar e analisar atividades didáticas estudando sua viabilidade, passamos a tecer as ponderações que encerram o presente estudo, mas que não se esgotam no universo da pesquisa, sempre amplo, sempre dinâmico.

Em um primeiro momento, retomamos os caminhos que escolhemos para fazer a análise e, posteriormente, discutimos os resultados obtidos no primeiro ciclo de implementação das ADs. Propusemos um conjunto de atividades didáticas, centrado no uso de simulação computacional de caráter investigativo como recurso para o ensino de Física no curso de ciências biológicas. O nosso objetivo era analisar se a implementação desse conjunto de atividades era viável e se contribuía para a aprendizagem dos alunos. O nosso embasamento teórico-metodológico foi centrado em EDR.

De maneira geral, a concepção de pesquisa *Educational Design Research* busca identificar um problema real em contextos concretos de ensino e aprendizagem. Em nosso caso, o problema surgiu através da inquietação e da necessidade da professora ministrante em desenvolver a ementa do curso da disciplina Física aplicada à biologia (DCB1036) de maneira diferente ao que vinha sendo feito antes, através somente de listas e provas.

Considerando que o nosso desafio propunha atividades diferenciadas, buscamos delinear o nosso problema de pesquisa, definindo que desenvolveríamos um conjunto de ADs utilizando simulação computacional de caráter investigativo. A escolha desses recursos nas ADs vem reforçar as competências e as habilidades pontuadas nos PCN. Em nosso contexto de estudo, destacamos essas competências para o conhecimento de Física, a saber: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural.

Identificamos, nessas competências, habilidades que se relacionam com os objetivos desenvolvidos em nosso trabalho nas ADs, como: Empregar tecnologias básicas; Identificar variáveis relevantes selecionando os procedimentos necessários para a produção, a análise e a interpretação de resultados de processos e experimentos científicos e tecnológicos; Formular hipóteses e prever resultados, elaborando estratégias de enfrentamento das questões e Articular o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar (BRASIL, 1998, p. 12).

Assim como as competências e habilidades dos PCN, com as nossas atividades, procuramos desenvolver entre os alunos a capacidade de questionamento de processos naturais e tecnológicos, fazendo uso das simulações computacionais com caráter investigativo. Também procuramos propiciar uma forma de contextualização dos conteúdos conceituais, proporcionando a reflexão dos alunos sobre aplicações didáticas dos conteúdos vistos teoricamente.

Um vez elaboradas as ADs e traçados os seus respectivos objetivos, na sequência, buscamos implementar as atividades, contemplando, assim, a terceira etapa da EDR. Implementada as ADs, avaliamos o *design* proposto, quanto a sua viabilidade de aplicação e contribuições teóricas para a área de ensino. Estabelecendo-se um diálogo teórico-prático entre objetivo e metodologia, alcançamos, através da etapa de avaliação, os resultados dissertados no capítulo 5 (cinco).

Podemos evidenciar a partir dos resultados que a grande maioria do público alvo era composta por mulheres de idade entre 17 e 26 anos, todos com acesso a computadores e à internet. Salientamos ainda que apenas um aluno conhecia o repositório *phet*, fato que não gerou problema e nem dificuldade quanto aos demais, como decorrência da organização das instruções contidas em cada texto de apoio das ADs.

Essas informações foram importantes para identificarmos o nosso público alvo e sabermos se eles tinham condições para realizar as atividades. Quanto ao resultado encontrado, dissertamos nesse quesito que o meio escolhido para resolução das ADS era viável, haja vista que os alunos detinham conhecimento e acesso às ferramentas utilizadas.

Percebemos o engajamento e a concepção dos alunos frente à atividade através do contato via e-mail, o que é mais um indício que as ADs desenvolvidas nesse contexto de estudo são viáveis. Essas atividades foram administradas a distância, mesmo assim houve interesse por parte dos alunos em participar e realizar as ADs.

O contato via e-mail foi aceito pela turma, não havendo reclamações referentes às dúvidas e orientações serem sanadas dessa maneira. Conversando com a professora da disciplina, esse fato procede e confirmou-se através de diálogos na sala de aula, os alunos não demonstraram desapontamento quanto a nossa comunicação a distância. Os e-mails eram trocados com frequência e o teor era: dúvidas quanto ao conteúdo, submissão, avaliação, postagem atrasada, elogios e o portal gxq.

Ainda ressaltamos que os alunos não buscaram informação quanto aos simuladores escolhidos nas atividades, haja vista que as questões solicitadas foram resolvidas, concluímos que não apresentaram dificuldades em efetuar a simulação.

Na análise das questões das cinco ADs propostas, a AD05 foi a atividade em que houve menor número de respondentes e também a que teve maior índice de questões deixadas em branco. Concluímos que, nessa AD, os estudantes necessitariam maior tempo e ferramenta matemática para resolver as questões.

Alguns alunos que justificaram a desistência em relação a algumas questões referiram que não resolverem o item, pois o cálculo não estava correto. Constatamos com esse fato que a principal dificuldade encontrada na estruturação dessas ADs foi definir o grau de complexidade adequado. Consideramos que, através dessa dificuldade, vamos contemplar a quinta etapa de EDR, traçando um re-design, ou seja, estruturando reformulações.

O nosso propósito com essas atividades foi dar subsídios para que os futuros professores, quando em contexto escolar (ensino fundamental e/ou médio), sejam capazes de identificar os princípios básicos da Física relacionados aos seres vivos, elaborando, adaptando e executando atividades que possam ser desenvolvidas em atividade de sua profissão. Sendo assim, as nossas expectativas quanto à comprovação da viabilidade dessas ADs foram significativas.

A nossa responsabilidade tornou-se maior ainda por se tratar de formação de professores. Realizar uma pesquisa voltada a analisar a viabilidade de um conjunto de atividades é desafiador e de difícil avaliação, mas também é uma atividade extremamente estimulante e motivadora.

Porém, embora tenhamos obtidos resultados consistentes que venham ao encontro de nossos objetivos, reconhecemos que uma intervenção de cerca de cinco ADs é limitada por se tratar de uma pesquisa de mestrado e traçamos essa consideração tendo em vista o tempo de abrangência das atividades, que, conforme o nosso entendimento, deveria ser maior, assim, parece-nos possível enunciar que a exiguidade de tempo em sala de aula ou nas interações com os alunos constitui um elemento limitador do presente estudo.

Neste sentido, explicitamos algumas possibilidades de continuidade desta pesquisa, como a reformulação das ADs através da análise dos resultados encontrados nesta dissertação; a implementação de um maior conjunto de atividades didáticas, por um número maior de

estudantes a médio/longo prazo, a avaliação mais abrangente de uma abordagem conceitual, procedimental e atitudinal das ADs.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. Desenvolvimento de um sistema integrado para implementação de tarefas avaliativas reflexivas e formativas contínuas. 2018. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014. Disponível em: http://pgeec.ufsm.br/images/teses/2018/Tese_Josemar.pdf Acesso em: 16 jun. 2018.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de Física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa a prática. São Paulo: Cenage Learning, 2009.
- BORGES, A. T. Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Proposta da BNCC para o Ensino Médio encaminhada para a discussão no Conselho Nacional de Educação**, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-medio>. Acesso em: 23 abr. 2018
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2002
- BROWN, A. L. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **The Journal of the Learning Sciences**, Madison, v. 2, n. 2, p. 141-178, 1992.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. Informática na Educação. Belo Horizonte: Autêntica, 2001
- BORBA, M.C. Software e Internet na sala de aula de Matemática. Artigo (X Encontro Nacional de Educação Matemática, Cultura e Diversidade), Salvador -BA, 7 a 9 de julho de 2010
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro. Ensino de Física. v. 19, n.3: p.291-313, dez., 2002

CARVALHO, A. M. P. Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica .In: GATICA, M Q; ADÚRIZ-BRAVO, A (Ed). Enseñar ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas. Santiago: Universidade católica de Chile.2006

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 01-20

COLL, C. et al. Psicologia do Ensino. Tradução de Cristina Maria de Oliveira. Porto Alegre:BR/Artmed. 2000. ISBN 85-7307-602-X

Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. Parecer nº 2/2015. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica. Brasília, DF: CNE, 2015a.

Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Resolução nº 2/2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília, DF: CNE, 2015b

DBR-C (DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE). Design-Based Research: an emerging paradigm for educational inquiry. Educational Researcher, v. 32, n. 1, p. 5-8, 2003.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, n. 4, p. 259-272, 2003.

FRAIHA, S.; PASCHOAL, J. W.; PEREZ, S.; TABOSA, C. E. S.; ALVES, J. P. S.; Silva, C. R. Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 3, p. 4403-1 - 4403-7, 2018.

FREITAS FILHO, P. J. de. Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em arena. 2. ed. Florianópolis: Visual Books Ltda., 2008.

GARDNER, H. Estruturas da Mente - A teoria das inteligências múltiplas. 1ª ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 1994

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o Ensino de Ciências. Investigações em Ensino de Ciências, v. 22, n. 2, p. 1-16, 2017.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo, p. 17-47, 1987. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. ver. e ampl. 2ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

LIBÂNEO, José Carlos: (2008). Organização e gestão da escola: teoria e prática. 5.ed. Goiânia/BR: MF Livros. ISBN 85-88253- 25-9

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*. n. 140, p. 44-53, 1932

LOPES, R.; FEITOSA, E. Applets como Recursos Pedagógicos no Ensino de Física – Aplicação em Cinemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. Anais... São Paulo: SBF, 2009, p. 1-12.

MACINTYRE, A. B. L. Tecnologia e prazer - o ensino da matemática aplicada a administração. 2002. 108 f. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 4, p. 473-485, 2006.

MATTA, A. E. R.; SILVA, F. de P. S.; BOAVENTURA, E. M. Design-based research ou Pesquisa de Desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação e educação do século XXI. *Revista da FAEEBA — Educação e Contemporaneidade*, Salvador, v. 23, n. 42, p. 23-36, 2014.

MCKENNEY, S.; REEVES, T. C. *Conducting Educational Desing Research*. Primeira edição. Routledge: Londres e Nova York, 2012.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 2, 2002.

Ministério da Educação. Guia de livros didáticos: PNLD 2018: Física: ensino médio. – Brasília, Secretaria de Educação Básica, 2017

MIRANDA, R. M.; BECHARA, M. J. Uso de simulações em disciplinas básicas de mecânica em um curso de licenciatura em física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas - MG. *Atas...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004. p.1-12.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.

PIETROCOLA, M.; BROCKINTON, G. Recursos Computacionais Disponíveis na Internet para o Ensino de Física moderna e Contemporânea. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 3, 2003, Bauru. *Atas...* Bauru: ABRAPEC, 2003.

PIAGET, J. O nascimento do raciocínio na criança. 5ª. Ed. São Paulo: El Ateneo, 1993.

PIMENTA, Selma Garrido. *Saberes Pedagógicos e atividade docente*. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2000.

PIMENTA, S.G. Formação de professores: Identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S.G. (Org.) *Saberes pedagógicos e atividade docente*. São Paulo: Cortez, 2000.

REATEGUI, E; BOFF, E; FINCO, M. D. Proposta de Diretrizes para Avaliação de Objetos de Aprendizagem Considerando Aspectos Pedagógicos e Técnicos. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, v.8, n.3, dezembro. 2010. CINTED – UFRGS. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/18066/10653>> Acesso em: 22 jan. 2018.

RICHEY, R. C., Klein, J. D., & Nelson, W. A. (2004). Development research: studies of instructional design and development. In Jonassen, D. H. *Handbook of research on educational communications and technology*. New Jersey: LEA.

SÁ, E. F. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis. Santa Catarina, 2007.

SÁ, E. F. Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SÁ, Clovis Soares e; MACHADO, Elian de Castro. O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem. 2004. Seminário abed. Disponível em: <http://www.abed.org.br/seminario2003/texto11.htm> . Acesso em: 18 jun 2018

SCHÖN, Donald A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, António (Coord.). *Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

SOUZA, H. P. C. de, O Uso de Objetos de Aprendizagem como Instrumento de Apoio a Aulas de Física no Ensino Médio: A Avaliação do “Kit Construção De Circuitos (Dc+Ac)”. Teresina: UFPI, 2013.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. Rio de Janeiro: PUC, 1999.

TAROUCO, L. M. R; DUTRA, R. Padrões e interoperabilidade, Objetos de aprendizagem: Uma proposta de recurso pedagógico, Brasília, p.81-92, 2007

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. *Revista online Ciência & Cognição*, v.13, n.2, p.99-108, 2008.

TONIATO, D. J.; FERREIRA, B. L.; FERRACIOLI, L. Tecnologia no ensino de física: uma revisão do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. In: *ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, 10, 2006, Londrina. Anais... São Paulo: SBF, 2006, p. 1-11.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. **The Instructional Use of Learning Objects**. D. A. Wiley (Ed.). Utah State University, 2000. Disponível em: <<http://www.reusability.org/read/>>. Tradução disponível em: <http://penta3.ufrgs.br/objetosaprendizagem/11wiley_traducao.doc>. Acesso em: 15 jan. 2018

ZABALA, A. A Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Revista Ensaio, v. 13, n. 3. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2018.

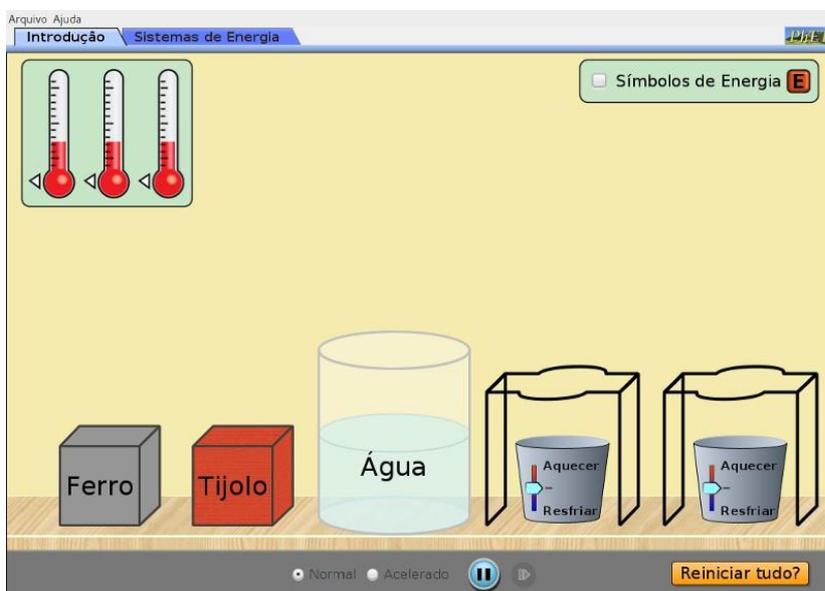
APÊNDICES

APÊNDICE A - AD01: Energia Térmica e Temperatura

Aline Gonçalves

1. Texto Base

Energia térmica é a energia associada ao movimento de agitação térmica da matéria ou à radiação produzida pela matéria aquecida. Quando se trata especificamente da agitação térmica da matéria, este tipo de energia térmica é muitas vezes denominada energia interna U . A energia interna está intimamente relacionada com a temperatura T , porém ambas as grandezas não podem ser confundidas. Esta atividade tem por objetivo identificar as relações entre U e T bem como suas diferenças. Para isso vamos utilizar o recurso do PhET denominado **Formas de Energia e Transformações**, na aba **introdução**, que está ilustrada na figura abaixo (clique na imagem para executar a simulação). Responda as questões que se seguem utilizando esta simulação, sempre na aba **introdução** como se fosse um laboratório. Para isso, considere que cada aspecto exibido na simulação é relevante e corresponde a uma representação simplificada de um fenômeno real.



Interface introdução da simulação computacional “Formas de energia e transformações”

Fonte: Repositório PhET

Questão 1

a. Determine a energia interna U e a temperatura T de cada corpo com os instrumentos de medida disponíveis.

b. É possível um corpo de menor energia interna ceder energia para um corpo com maior energia interna térmica? Em caso afirmativo, simule esse fenômeno no laboratório do PhET.

- Descreva como você preparou a condição inicial.
- Determine os valores de U e T de cada corpo no instante inicial, isto é, quando começam a trocar energia.
- Determine os valores de U e T de cada corpo no instante em que deixam de trocar energia.
- Fotografe o laboratório do PhET enquanto o processo de troca de energia está ocorrendo e faça o upload do arquivo.

c. É possível que um corpo de menor temperatura ceda energia para um corpo de maior temperatura?

d. O que é preciso para dois corpos interagirem termicamente?

Questão 2

Como o laboratório do PhET representa a conservação da energia? Neste laboratório há fontes ou sorvedouros de energia. Ou seja, há dispositivos, locais ou interfaces pelas quais a energia entra ou sai do sistema representado?

Questão 3

a. Ao aquecer um dos corpos, é correto afirmar que quanto maior a temperatura, maior sua energia interna? Justifique.

b. Ordene os corpos pela sua capacidade calorífica. Justifique.

Referência: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes

APÊNDICE B - AD02: Formas de energia e suas transformações

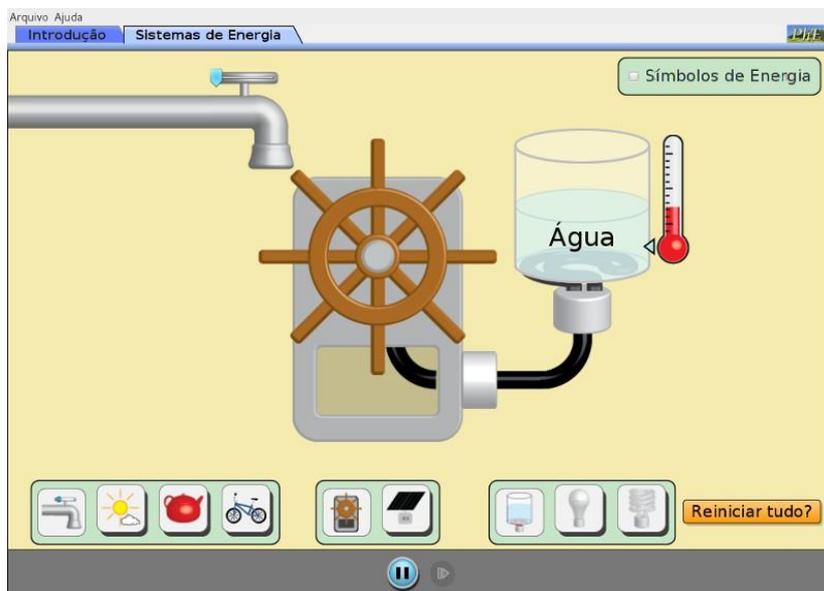
Aline Gonçalves

1. Texto Base

Nessa atividade vamos usar investigar as formas de energia e suas transformações com o auxílio de um recurso do PhET que simula situações cotidianas onde ocorrem esses fenômenos.

Uma pessoa deseja iluminar determinado aposento e dispõe de uma lâmpada incandescente e outra fluorescente e gostaria de saber as transformações de energia que ocorrem desde a fonte primária da energia até o ponto em que a luz é produzida.

Use o laboratório do PhET **Formas de Energia e Transformações**, na aba **Sistema de Energia**, que pode ser acessado clicando na imagem abaixo, para responder as questões que se seguem.



Interface sistemas de energia da simulação computacional “Formas de energia e transformações”

Fonte: Repositório PhET

Questão 1

Simule um processo no qual a fonte primária de energia é o Sol capaz de acender as lâmpadas.

- a. Identifique as interações e as transformações de energia ao longo de toda a cadeia do arranjo experimental.
- b. Qual lâmpada é mais eficiente? Justifique em termos das grandezas observadas no laboratório.
- c. Faça uma impressão da tela de um de seus arranjos experimentais. Circule onde ocorrem as transformações de energia.

Questão 2

Simule um processo no qual a fonte primária de energia é {{energia fornecida por um fluxo d'água|energia fornecida por um aquecedor|energia produzida pelo trabalho humano}}¹³ capaz de acender as lâmpadas.

- a. Identifique as interações e as transformações de energia ao longo de toda a cadeia do arranjo experimental.
- b. Qual lâmpada é mais eficiente? Justifique em termos das grandezas observadas no laboratório.
- c. Faça uma impressão da tela de um de seus arranjos experimentais. Circule onde ocorrem as transformações de energia.

Referência: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes

¹³ Parametrização dos processos a serem sorteados de maneira aleatória na atividade didática. Os alunos receberam individualmente combinações de processos, cujo, sorteio será realizado pelo sistema da plataforma online gxq.

APÊNDICE C - AD03: Física das Radiações - I

Aline Gonçalves

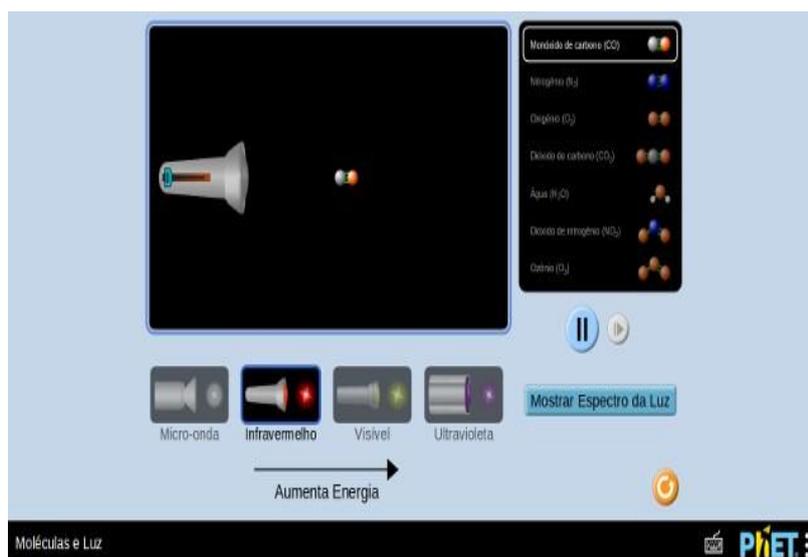
1. Texto Base

Nessa atividade vamos investigar 4 tipos de interação entre radiação eletromagnética e moléculas. Resumidamente, em cada um desses tipos podemos dizer que:

1. A radiação pode romper as ligações químicas da molécula.
2. A radiação pode fazer com que a molécula vibre mais intensamente.
3. A radiação pode fazer com que os elétrons da molécula se excitem para um nível de energia mais alto.
4. A radiação pode fazer com que a molécula gire mais intensamente.

No primeiro caso dizemos que a molécula sofreu uma fotodissociação. No segundo, terceiro e quarto caso dizemos, respectivamente, que a molécula teve seus modos vibracionais, óticos ou rotacionais excitados pela radiação.

A simulação do phet moléculas e luz disponibilizada abaixo, clique na imagem para executá-la, representa estes três fenômenos. Responda as questões que se seguem utilizando esta simulação como se fosse um laboratório. Para isso, considere que cada aspecto exibido na simulação é relevante e corresponde a uma representação simplificada de um fenômeno real.



Interface simulação computacional “Moléculas e luz”

Fonte: Repositório PhET

Questão 1

Classifique os fenômenos exibidos na simulação de acordo com os tipos de interação da radiação com molécula.

Questão 2

Escolha uma situação na qual a simulação exhibe a **fotodissociação de uma molécula**. Qual o arranjo experimental escolhido? Descreva o fenômeno em detalhes.

Questão 3

Escolha uma situação na qual a simulação excita os **modos vibracionais de uma molécula**. Qual o arranjo experimental escolhido? Descreva o fenômeno em detalhes.

Questão 4

Escolha uma situação na qual a simulação excita os **modos óticos de molécula**. Qual o arranjo experimental escolhido? Descreva o fenômeno em detalhes.

Questão 5

Escolha uma situação na qual a simulação excita os **modos rotacionais de uma molécula**. Qual o arranjo experimental escolhido? Descreva o fenômeno em detalhes.

Questão 6

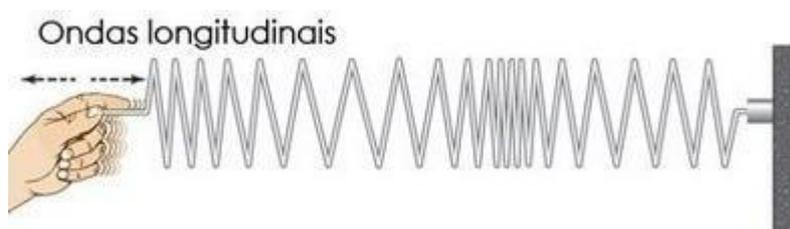
A intensidade do feixe de radiação incidente na molécula interfere no tipo de fenômeno observado? Justifique.

APÊNDICE D - AD04: Ondas Transversais e Longitudinais¹⁴

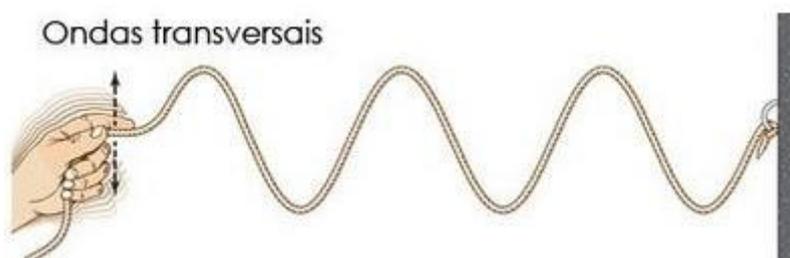
Aline Gonçalves

1. Texto Base

Ondas longitudinais: ocorrem quando a direção vibração do meio é a mesma do movimento. Por exemplo, quando você estica e solta uma mola, a vibração e o movimento ocorrem no eixo x, ou seja, horizontalmente.



Ondas transversais: ocorrem quando a direção de vibração do meio é perpendicular (90°) à direção de propagação da onda. Por exemplo, onda em uma corda, onde a vibração ocorre na direção vertical (para cima e para baixo) e a direção de sua propagação é horizontal (da esquerda para a direita).



As propriedades do meio de propagação determinam se as ondas que se propagam nele são do tipo transversal, longitudinal ou ambos (longitudinal e transversal simultaneamente). São chamadas ondas mecânicas as ondas que se propagam em um meio material. Para ocorrer ondas transversais nesses meios é necessário que este seja um sólido elástico, ou seja, tenha a tendência de voltar ao seu estado original se for ligeiramente deformado e depois abandonado.

O som é uma onda mecânica é um exemplo de onda mecânica. Quando se propaga no ar ou água, que é um meio fluido é necessariamente uma onda longitudinal, pois apenas sólidos são meios elásticos. As vibrações acústicas (sonoras) nos meios fluídos correspondem à sucessão de regiões de compressão e descompressão relativas ao longo da direção de propagação. Quando o som se propaga em um sólido com propriedades elásticas ele pode se propagar por tanto por ondas transversais, quanto longitudinais ou por ambas simultaneamente.

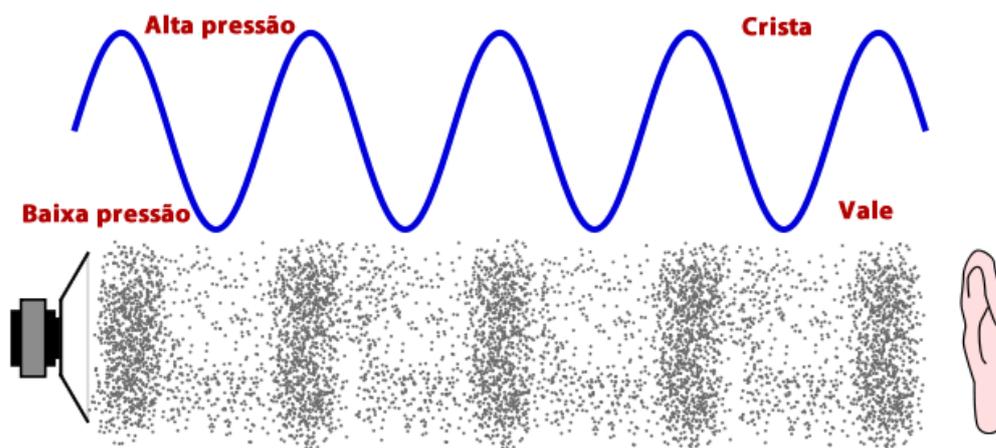
¹⁴ Adaptada de atividade de Sabrina S. Richer sob orientação de Ricardo Andreas Sauerwein. Disponível em: <http://boltz.ccne.ufsm.br/st12/?q=node/69> Acesso em: 19 out. 2018

Em uma mola podem ocorrer tanto ondas transversais como ondas longitudinais observe o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=Rbuhdo0AZDU>

Quando se estudam ondas em cordas, em geral, consideram-se condições nas quais suportam apenas ondas transversais. Ondas de rádio, micro-ondas, luz, raios-X, raios gama são exemplos de ondas eletromagnéticas. Essas ondas podem ser vistas como oscilações de um campo eletromagnético e isso as distingue das demais ondas que precisam de algum meio material para se propagar. Por isso, as ondas eletromagnéticas são as únicas que podem se propagar no vácuo. As propriedades dos campos eletromagnéticos impõem que as oscilações elétricas e magnéticas, que se auto alimentam e formam a onda, devem ser perpendiculares entre si e perpendiculares à direção de propagação. Logo, as ondas eletromagnéticas são ondas transversais.

Questão 1

A imagem abaixo representa uma onda transversal ou longitudinal? Explique.



Fonte imagem: https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda_mec%C3%A2nica

Questão 2

As imagens abaixo representam ondas transversais e/ou longitudinais?



Fonte imagem 1: http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_04.html

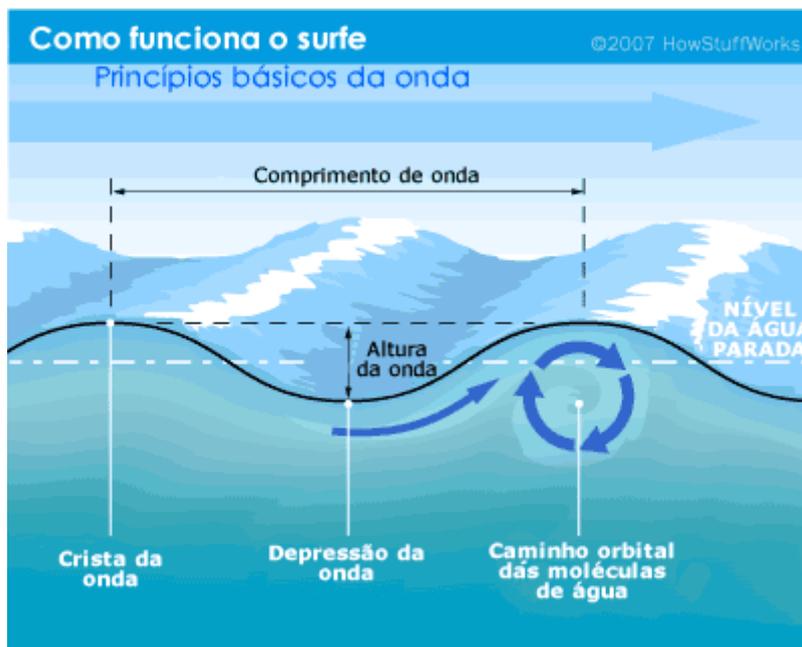
Fonte imagem 2: https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda_mec%C3%A2nica

Questão 3

Descreva uma onda transversal e uma onda longitudinal que você vê no seu dia a dia.

Questão 4

Escreva sobre como funciona o surf. Observe a imagem abaixo. Para surfar é necessário uma onda transversal ou longitudinal? Explique.



Fonte imagem: <https://www.howstuffworks.com/>

Referências

[ref1] Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Rbuhdo0AZDU> Acesso em: 25 fev. 2016

[ref2] Imagem 1 e 2. Disponíveis em: <http://www.explicatorium.com/cfq-8/caracteristicas-das-ondas.html> Acesso em: 15 abr. 2016

[ref3] Imagem 3. Disponível em: http://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/Ondas5.php Acesso em: 15 abr. 2016

APÊNDICE E - AD 05: Ondas - Principais Grandezas Associadas¹⁵

Aline Gonçalves

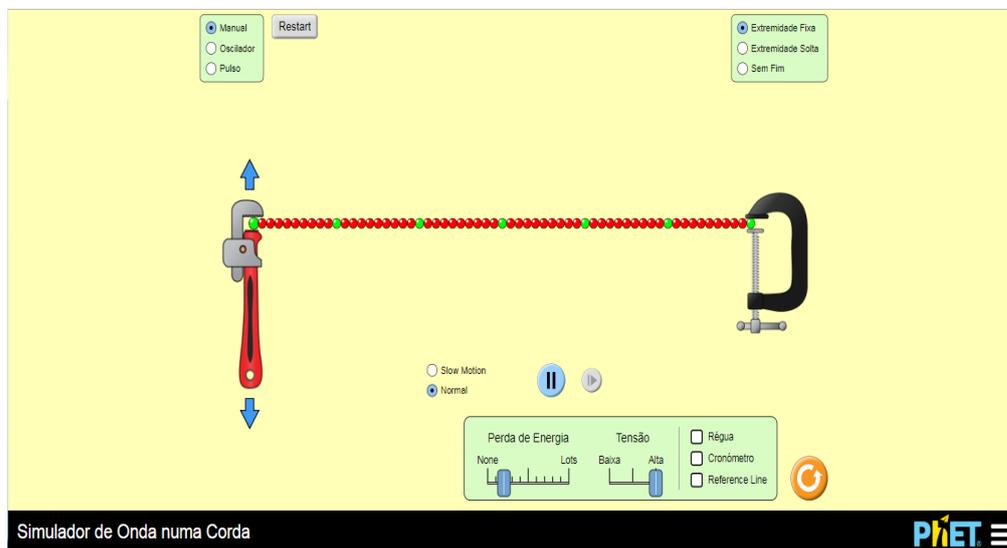
1. Texto Base

Para resolver essa atividade vamos imaginar uma praia com ondas. A onda inicia seu movimento no oceano e “quebra” na praia. Agora imagine que no meio do oceano há um barquinho e uma onda passa por ele. Qual o movimento que esse barquinho irá fazer? Não é difícil perceber que ele irá subir e descer.

Da posição em que o barquinho estava até o máximo que ele subiu ou desceu enquanto a onda passava por ele chamamos amplitude da onda. Se esse barquinho subiu 10 cm dizemos que a onda que passou por ele tem uma amplitude de 10 cm. O ponto mais alto que o barquinho chegou, na iminência de mudar o movimento para descida, chamamos crista da onda. E o ponto mais baixo, na iminência de inverter o movimento para subida, chamamos vale da onda.

Não é difícil perceber que toda onda tem uma velocidade de propagação. Esta velocidade depende do meio material em que a onda está se propagando. O comprimento de onda é dado pela distância entre duas cristas ou dois vales consecutivos da mesma onda. O período da onda é o tempo que demora para que um comprimento de onda seja criado. A frequência da onda é dada pelo número de oscilações por unidade de tempo.

Utilize esse simulador para responder as questões abaixo. Antes de respondê-las explore os recursos que o simulador oferece e observe o comportamento da corda sob diferentes condições.



Interface simulação computacional “Onda numa corda”

Fonte: Repositório PhET

Questão 1

¹⁵ Atividade elaborada por Sabrina S. Richer sob orientação de Ricardo Andreas Sauerwein. Disponível em: <http://boltz.ccne.ufsm.br/st12/?q=node/70> Acesso em: 18 out. 2018

1.a. Utilize o aplicativo ondas em uma corda no modo "oscilador" e varie livremente os estados da segunda extremidade da corda (fixa, solta e sem fim). Simule o comportamento da corda com o ajuste de frequência em 50 e tensão alta. Determine o comprimento de onda λ da onda que se forma na corda. Como você o encontrou?

1.b. Mantendo a tensão fixa no valor máximo, o que acontece com o comprimento de onda λ da onda para outros valores de frequência f ? Simule quatro frequências distintas f_1 , f_2 , f_3 e f_4 . Para cada uma delas determine o correspondente comprimento de onda λ_1 , λ_2 , λ_3 e λ_4 . Mostre que o produto $\lambda \cdot f$ é constante (dentro da precisão experimental) para os quatro valores determinados

1.c. O comprimento de onda depende da amplitude? Justifique.

Questão 2

2.a. A velocidade de propagação de uma onda v depende somente das propriedades do meio onde se propaga. No caso de uma corda vibrante depende da tensão τ à qual a corda é submetida e de sua densidade linear de massa ρ (massa por unidade de comprimento) de acordo com a expressão:

$$v = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}}$$

Uma onda pode ser vista como uma pulsação periódica, logo, pulsos e ondas se propagam com a mesma velocidade. Com o simulador na opção pulso, utilize a régua e o cronômetro para determinar o valor da velocidade de propagação quando tensão é alta, 50% do valor alto e 25% do valor alto. Como você fez para determinar as velocidades?

2. b. Mostre que os valores de velocidade determinados no item anterior estão de acordo (dentro da precisão experimental) com a fórmula teórica para a velocidade das ondas em cordas vibrantes dada acima.

2.c. Pulsos periódicos de período T , ou equivalentemente de frequência $f=1/T$, formam ondas. Os valores de T , ou f , das ondas são os mesmos dos pulsos periódicos que as originam. Em um intervalo de tempo T a crista de onda se propaga por um comprimento de onda λ , logo, a velocidade de propagação da onda v faz com que v e λ e f , ou λ e T , estejam relacionadas por

$$v = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T}$$

que é denominada equação fundamental da ondulatória.

Mostre que as velocidades determinadas no item anterior podem ser calculadas a partir dos valores de λ e f , ou λ e T . Para usar essa expressão é necessário que as unidades de medidas das grandezas sejam compatíveis. Logo, antes é preciso determinar a unidade de frequência nesse aplicativo. Para fazer isso, ajuste a frequência para 1 e use o cronômetro para medir qual o correspondente período de oscilação T_1 em segundos. O inverso desse valor, ou seja, $1/T_1$ é a unidade de medida da

frequência do aplicativo em hertz. Qual o valor em hertz de uma oscilação que foi ajustada com $f=50$? Use a equação fundamental da ondulatória para determinar as velocidades novamente e compare com os valores já obtidos.

Questão 3

3.a. Se a corda tem um fim a onda reflete na extremidade e volta. A sobreposição da onda incidente com a refletida, sob certas condições, pode gerar uma onda estacionária. Ajuste o aplicativo para oscilador, extremidade fixa e com os seguintes valores

- Amplitude: 50
- Frequência: 45
- Perda de energia: 2
- Tensão: máxima

Com esses valores você deve observar uma onda estacionária. O que caracteriza uma onda estacionária (compare com as ondas obtidas com valores ligeiramente diferentes frequência).

3.b. Mantendo o valor de tensão máxima, é possível observar ondas estacionárias com outras frequências? Quais?

3.c. É possível formar uma onda estacionária com a extremidade solta? Em caso afirmativo com que valores de frequência e tensão você as observa?

3.d. É possível observar uma onda estacionária em uma corda sem fim? Por que não?

3.e O que acontece com o sistema se não há perda de energia? Usando o aplicativo no modo oscilador o que você observa para as três possibilidades de extremidades da corda: fixa, solta e sem fim? Discuta as semelhanças e diferenças nos três casos.

[ref1] Objeto de aprendizagem retirado do phet. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt/simulation/wave-on-a-string> Acesso em: 25 fev. 2016

[bib2] <http://www.if.ufrj.br/~bertu/fis2/ondas1/ondulatorio.html> Acesso em: 25 fev. 2016

[bib3] <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/ondas.htm> Acesso em: 25 fev. 2016

APÊNDICE F - *Questionário Inicial - Pesquisa disciplina Física aplicada à biologia*¹⁶

Este formulário visa conhecer e verificar as concepções, vivências e experiências de alunos do curso de ciências biológicas licenciatura campus Palmeira das Missões da Universidade Federal de Santa Maria sobre o tema “utilização de computadores em atividades didáticas”. O presente questionário faz parte de uma etapa de desenvolvimento de uma pesquisa, da qual faço parte, cuja temática central são atividades didáticas de Física na formação inicial de professores de biologia. Considerando que você é estudante da disciplina Física aplicada à biologia (DCB 1036) /2018-2 contamos com sua colaboração para responder ao questionário, destacando que sua participação nesta pesquisa auxiliará na compreensão de concepções em relação ao tema. Acreditamos que você levará em torno de 05 min para responder o questionário. Sua participação se dará de forma colaborativa, voluntária e sigilosa. As informações prestadas serão confidenciais e serão utilizadas somente para fins de pesquisa, os voluntários não serão identificados.

Atenciosamente,

Aline Gonçalves – Pesquisadora – Contato: alliners@gmail.com

Insira seu endereço de e-mail¹⁷:

Você aceita responder o presente formulário e, desta forma, concorda com os termos enunciados acima¹⁸?

() Sim

() Não

1.Sexo:

() Feminino

() Masculino

() Prefiro não identificar

2. Qual a sua idade?

¹⁶ O questionário inicial foi disponibilizado para os alunos usando a ferramenta formulários do google.

¹⁷ Obrigatório

¹⁸ Obrigatório

3. Você possui computador em casa?

() Sim

() Não

4. Tem acesso à internet?

() Sim

() Não

() As vezes

5. Você já trabalhou com atividades didáticas com uso de computadores?

() Sim

() Não

6. Você conhece o simulador *Physics Education Tecnology* (PhET)?

() Sim

() Não

7. Descreva como foram suas aulas de Física durante o Ensino Médio. Procure elencar pontos positivos, negativos e reflexões.

8. É a primeira vez que você cursa a disciplina de Física aplicada a Biologia?

() Sim

() Não

APÊNDICE G - Resumo dos principais trabalhos da revisão bibliográfica

Periódico	Nº	Ano/Vol/nº	Título do trabalho	Objetivo	Conclusão
RBEF	1	2006/28/4	Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I - circuitos elétricos simples	Argumentar sobre a motivação e aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade para o uso de simulação e modelagem computacionais, especialmente com o software Modellus.	As atividades em simulação e modelagem não substituí as atividades experimentais, mas, acrescentam outras situações para que o aluno explore os conteúdos em questão.
RBEF	2	2012/34/2	O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica	Apresentar os resultados de um estudo sobre a efetividade da integração entre teoria, simulação computacional com o software Modellus e atividades experimentais, em tópicos de mecânica.	Os resultados indicam que as atividades com experimentos, quando simultaneamente simulados no computador com o software Modellus, podem se completar proporcionando, na maioria dos casos, uma evolução conceitual e o aumento na curiosidade e motivação dos estudantes.
RBEF	3	2017/40/2	Formação de imagens na óptica geométrica por meio do método gráfico de Pierre Lucie.	Apresentar o desenvolvimento de uma sequência didática para ensino de formação de imagens a partir do método de Pierre Lucie, utilizando o simulador <i>PhET</i> .	Os resultados da aplicação são também apresentados neste trabalho e indicam que o uso de TIC associada ao método gráfico de Pierre Lucie pode ser potencialmente significativo.
RBEF	4	2018/40/4	Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará	Apresentar um relato de experiência utilizando atividades investigativas em uma disciplina piloto implementada em uma turma de ingressantes no curso de graduação em Física	Os resultados apontam para um maior engajamento nas atividades propostas pelo professor e um aumento da autoeficácia.

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	1	2007/6/3	Simulações computacionais na aprendizagem da Lei de Gauss para a eletricidade da Lei de Ampère em nível de física geral	Simulações computacionais na aprendizagem da Lei de Gauss para a eletricidade da Lei de Ampère em nível de física geral	Os resultados sugerem que as atividades de simulação computacionais são potencialmente facilitadoras de aprendizagem significativa em Física, principalmente no que tange as possibilidades de visualização de elementos que contribuem para a retificação de conceitos abstratos.
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	2	2016/15/2	Um estudo comparativo entre a atividade experimental e a simulação por computador na aprendizagem de eletroquímica	Fazer uma análise comparativa entre a atividade experimental e a simulação por computador na aprendizagem de eletroquímica em um grupo de alunos de um cursinho pré-vestibular gratuito voltado para alunos da rede pública.	A combinação das atividades investigativas e simulações, são o caminho mais produtivo para o ensino de conceitos científicos que exigem maior grau de abstração.
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	3	2018/17/3	O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas	Investigar o que é possível aos professores colocar em prática e o que eles conseguem implementar em relação às atividades investigativas nos anos iniciais do ensino fundamental.	Como resultado, foi percebido que os professores conseguiram estabelecer, por meio da implementação de atividades investigativas, um diálogo interdisciplinar do ensino de ciências com outras áreas de conhecimento.
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	4	2014/13/3	Significados de fotossíntese produzidos por alunos do ensino fundamental a partir de conexões estabelecidas entre atividade investigativa e multimodos de representação	Utilizando uma atividade investigativa, apresentar um estudo dos significados de fotossíntese produzidos por alunos do 6º ano do ensino fundamental.	A partir dos trabalhos dos estudantes, foi possível verificar as conexões, que os alunos estabeleceram entre os modos representacionais utilizados ao desenvolverem a atividade investigativa.
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	5	2015/14/1	Impacto do uso de estratégias investigativas sobre as emoções e a motivação dos alunos e as suas concepções de	Mostrar o impacto da introdução de atividades investigativas sobre a emoção, a motivação e a concepção de ciência e cientista em alunos do ensino médio brasileiro.	A introdução de atividades investigativas nas aulas de biologia pode promover uma mudança na concepção dos alunos acerca do

			ciência e cientista.		que é um cientista, o que ele faz e como faz.
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	6	2018/17/3	Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio	Analisar as contribuições e implicações de um estudo realizado com a utilização da experimentação investigativa em um enfoque CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade para o ensino de conceitos químicos por meio de um tema sociocientífico envolvendo a qualidade do ar e atmosfera: a chuva ácida.	Os resultados evidenciam que esse processo despertou a curiosidade e a motivação para a aprendizagem, percebendo uma evolução dos conceitos de química envolvidos. Também apontam para um ensino com práticas pedagógicas interdisciplinares, possibilitando, assim, o desenvolvimento da autonomia intelectual, do processo da tomada de decisão e da alfabetização científica e tecnológica dos alunos por meio de um ensino por investigação.
RBECT	1	2016/9/2	A Modelagem Computacional no Ensino de Física: Um Estudo Exploratório sobre o Oscilador Harmônico Simples	Investigar a integração de um módulo educacional com base em atividades de modelagem computacional (software Modellus) no estudo de um tópico específico de Ciências: o Oscilador Harmônico Simples (OHS).	Os resultados das atividades de modelagem mostraram que os professores puderam confrontar o entendimento prévio sobre os conceitos abordados com os resultados da simulação e, em alguns casos, reforçar suas concepções alternativas e em outros evoluí-las ao conhecimento científico.
RBECT	2	2008/1/1	A utilização da tecnologia da informação no ensino de biologia: um experimento com um ambiente de modelagem computacional	Relatar um experimento de implementação da tecnologia da informação no ensino de Biologia. Apontar que a modelagem pode ser promissora ferramenta de apoio ao ensino de Biologia.	Os resultados apontam que a modelagem computacional pode ser uma promissora ferramenta de apoio ao ensino de Biologia. Além de apontar direcionamentos para a continuidade de investigações relacionadas a esta forma de tecnologia e apresentar indicações acerca do uso de ferramentas de modelagem computacional mais

					adequada a esta categoria de ensino
RBECT	3	2014/7/2	Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino	Chamar a atenção de professores de ciência para a importância da modelagem, e seus aspectos metodológicos.	O importante, não é o tipo de modelagem ou o tipo de instrumento, mas sim o fato de que modelos são componentes essenciais da construção científica, da construção cognitiva e da aprendizagem significativa.
RBECT	4	2018/11/1	Um estudo de caso: programas computacionais mediando o ensino de isomeria geométrica.	Investigar as possibilidades de investigação de uso dos programas de simulação computacional no ensino de química.	Os resultados mostram que o ensino de isomeria geométrica pode ser potencializado com o uso de aplicativos computacionais, numa dimensão em que os níveis de representação macroscópico, microscópico e simbólico são explorados a partir da multiplicidade de simulações suscitadas nesses aplicativos
RBECT	5	2017/10/2	Exploração de simulações como forma de estimular o aprendizado de conceitos da Cinemática Escalar	Descrever uma prática desenvolvida com alunos do 1º ano do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. Teve como aporte teórico inserir os conceitos da aprendizagem significativa e utilizou a ferramenta tecnológica software Modellus.	Os resultados mostraram que a metodologia proporcionou a interação entre os alunos submetidos à intervenção pedagógica, bem como despertou predisposição para aprender. Foi possível observar a satisfação dos estudantes em estar utilizando recursos tecnológicos durante seu aprendizado.
RBECT	6	2014/7/2	Um mapeamento de teses e dissertações sobre o processo de avaliação de Objetos de Aprendizagem: uma análise de conteúdo	Apresentar um mapeamento e evidenciar a abordagem da avaliação pedagógica de Objetos de Aprendizagem (OA) em teses e dissertações depositadas no banco de teses da Capes no período de 2002 a 2011	São poucas as pesquisas que se ocupam exclusivamente da avaliação dos objetos, isso talvez seja, em parte, devido ao uso relativamente recente desses recursos digitais no contexto da sala de aula.

RBECT	7	2009/2/2	Imaginário dos alunos sobre a atividade científica: reflexões a partir do Ensino por Investigação em aulas de Biologia	Identificar e analisar o imaginário que os alunos possuem sobre a atividade científica, levando em consideração a vivência de e aprender Biologia por atividades investigativas.	Os resultados apontam que os alunos privilegiaram imagens em que a atividade científica se encontra afastada de relações e implicações com a Sociedade.
RBECT	8	2015/8/2	Ensino por investigação na visão de professores de Ciências em um contexto de formação continuada	Discutir as compreensões de professores acerca do ensino por investigação, em um processo de formação continuada.	Os resultados apontaram para apropriação de elementos importantes inerentes ao ensino por investigação, entre eles, a mediação do professor, a resolução de problemas e a elaboração de hipóteses pelos alunos
RBPEC	1	2018/18/3	A Relação entre o Conhecimento Conceitual e o Desempenho de Estudantes em Atividades Investigativas	Identificar a influência do conhecimento conceitual sobre o desempenho de estudantes na execução de uma atividade investigativa, por meio de uma simulação computacional.	Os resultados sugerem que alunos que apresentam um maior conhecimento conceitual sobre o domínio teórico da atividade também apresentam estratégias mais adequadas de controle de variáveis e de experimentação
RBPEC	2	2017/17/1	Fundamentos Pedagógicos para o Uso de Simulações e Laboratórios Virtuais no Ensino de Ciências	Analisar alguns aplicativos disponíveis em sites bastante conhecidos por professores e por pesquisadores que se dedicam ao ensino e à aprendizagem das ciências. O uso de simulações e laboratórios virtuais em uma perspectiva de ensino por investigação	Ao analisar os trabalhos publicados na área: (i) nenhuma pesquisa apresentava orientações fundamentadas para professores ou desenvolvedores de softwares; (ii) pouquíssimos trabalhos explicitavam fundamentos pedagógicos para o uso de aplicativos concebidos para o ensino e a aprendizagem de ciências.
RBPEC	3	2008/8/2	As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade	Investigar as habilidades cognitivas manifestadas por estudantes do ensino médio em aulas de química ao interpretarem os dados construídos a partir das atividades	As demonstrações realizadas caracterizadas como atividades investigativas, envolvem a participação ativa dos

			experimental investigativa	experimentais e responderem às questões propostas por professores que atribuem sua prática pertencente a um contexto construtivista e investigativo.	alunos na resolução de um problema proposto, permitindo que esses questionem, explicitem suas ideias, discutam com seus pares e elaborem hipóteses.
RBPEC	4	2018/18/3	Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação	Enfatizar os resultados de investigações, destacando os conhecimentos produzidos ao longo das últimas décadas de um projeto de pesquisas sobre ensino, aprendizagem e formação de professores, tendo por base as atividades investigativas das Sequências de Ensino Investigativo.	Os professores do nível médio, não podendo alcançar os dois conceitos básicos do ensino por investigação – organização de problemas e liberdade intelectual para os alunos – têm grande dificuldade de trabalhar com as sequências de ensino investigativo, mesmo que sejam eles os próprios autores das sequências.
CBEF	1	2012/29/2	Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico.	Relatar o processo de elaboração e aplicação de uma sequência de atividades que se apoia no uso de simulações computacionais (PhET) para o ensino do efeito fotoelétrico, explorando os conhecimentos prévios dos alunos e, de maneira gradual, introduzindo novos conceitos.	Houve um entendimento dos alunos em relação aos conceitos relacionados ao fenômeno em questão, sendo identificado principalmente um ganho no grau de inclusividade dos mesmos. Dessa maneira, o material desenvolvido foi potencialmente significativo para o ensino do efeito fotoelétrico.
CBEF	2	2008/25/3	As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física	Apresentar uma breve e panorâmica visão crítica sobre o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação e, em especial, na Educação em Ciências, buscando, mais precisamente, centrar nossa atenção nos recursos da informática, com ênfase no uso e na adequação dos programas de simulação no ensino da Física.	As novas TICs são presenças indispensáveis no contexto da educação. No entanto, também é possível inferir que, para uso de tais tecnologias, é preciso definir critérios, buscar competência técnica e possuir visão crítica no sentido de adequar as concepções de ensino e de aprendizagem às inovações tecnológicas.

CBEF	3	2012/29/1	Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade.	Relatar o processo de elaboração e aplicação de um Roteiro de Atividades, dirigido a professores do Ensino Médio, no qual são utilizadas simulações computacionais (PhET) para o ensino de temas selecionados de Eletromagnetismo.	O uso de simulações, quando bem conduzido pelo professor, proporciona um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento, melhorando, assim, o processo de ensino e aprendizagem.
CBEF	4	2014/31/1	Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton	Apresentar uma proposta de Sequência de Ensino Investigativa planejada para o desenvolvimento de situações argumentativas, ou seja, atividades essenciais no processo de aprendizagem.	É essencial contextualização dos conteúdos, na qual os estudantes podem exercitar os conceitos e modelos apreendidos no seu dia a dia, o que pode criar uma relação positiva frente à Física
CBEF	5	2015/32/3	Desenvolvendo práticas investigativas no Ensino Médio: o uso de um Objeto de Aprendizagem no estudo da Força de Lorentz	Apresentar uma experiência de ensino utilizando o Objeto de Aprendizagem (OA) “Movimentos de Cargas num Campo Magnético” de maneira investigativa	As atividades realizadas favoreceram o desenvolvimento de determinadas habilidades relacionadas à competência de investigação e compreensão dos conceitos físicos. Além disso, uma maior interação entre os alunos e o professor foi observada ao longo das aulas em que tal investigação foi desenvolvida.
CBEF	6	2014/31/1	Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional	Investigar as reflexões empreendidas pelos alunos ao longo de uma atividade investigativa de pesquisa científica e tecnológica.	Constatado o sucesso das atividades investigativas, acredita-se que essas atividades de investigação possam vir a ser parte fundamental da formação de técnicos de nível médio. O moderno mundo do trabalho não concebe mais o trabalho técnico sem investigação e inovação.

ANEXOS

Anexo 1 –Ementa/programa da disciplina

25/03/2018

Portal do Ementário/Visualizar Disciplina

Visualizar Disciplina

Informações Gerais		
Código e Nome DCB1036 - FÍSICA APLICADA À BIOLOGIA		
Departamento DEPTO. ZOOTECNIA E CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CAMPUS DE PALMEIRA DAS MISSÕES	Tipo de atividade Disciplina	Créditos 2
Carga horária (horas-aula) Prática: 15 Teórica: 30 Total: 45	Encargo didático 45 horas-aula	
Objetivos Identificar os princípios básicos da Física relacionados aos seres vivos. Elaborar, adaptar e executar atividades que possam ser desenvolvidas no ensino fundamental e/ou médio.		
Ementa Não consta		

Informações da disciplina no curso		
Curso 2010 - Curso de Ciências Biológicas/CAMPUS/PM		Papel da disciplina no curso Obrigatória
Tipo de nota Nota Numérica	Nota mínima para aprovação (após o exame) 5	Nota máxima 10
Período ideal no curso 1	Frequência mínima 75% da carga horária total	

Programa
<ul style="list-style-type: none"> • UNIDADE 1 - FÍSICA DAS RADIAÇÕES <ul style="list-style-type: none"> 1.1 - Conceitos básicos sobre radiações. 1.2 - Raios-X. 1.3 - Radioatividade. 1.4 - Proteção radiológica. 1.5 - Efeitos biológicos da radiação. • UNIDADE 2 - ENERGIA <ul style="list-style-type: none"> 2.1 - Trabalho e potência. 2.2 - Formas de energia. 2.3 - Conservação de energia. • UNIDADE 3 - FENÔMENOS ONDULATÓRIOS <ul style="list-style-type: none"> 3.1 - Ondas mecânicas. 3.2 - Óptica geométrica. 3.3 - Óptica física. • UNIDADE 4 - FLUIDOS <ul style="list-style-type: none"> 4.1 - Pressão. 4.2 - Flutuação-empuxo. 4.3 - Hidrodinâmica-escoamento laminar e turbulento. 4.4 - Tensão superficial. 4.5 - Capilaridade. • UNIDADE 5 - FENÔMENOS ELÉTRICOS <ul style="list-style-type: none"> 5.1 - Campo elétrico. 5.2 - Corrente elétrica. 5.3 - Resistência e condutância elétrica. 5.4 - Capacitores. • BIBLIOGRAFIA