



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII - PATOS-PB
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA**

LUIZ EDUARDO DAVI DE CALDAS

**EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES COMPUTADORIZADAS COMO
INSTRUMENTOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

**PATOS - PB
2019**

LUIZ EDUARDO DAVI DE CALDAS

**EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES COMPUTADORIZADAS COMO
INSTRUMENTOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado na Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Licenciado em
Física.

Orientador: Prof. Dr. Irenaldo Pereira de Araújo

**PATOS - PB
2019**

C145e Caldas, Luiz Eduardo Davi de.

Experimentos e simulações computadorizadas como instrumentos de ensino-aprendizagem [manuscrito] / Luiz Eduardo Davi de Caldas. - 2019.

33 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas , 2019.

"Orientação : Prof. Dr. Irenaldo Pereira de Araújo , Coordenação do Curso de Física - CCEA."

1. ensino-aprendizagem. 2. Experimentos. 3. TICs. 4. Física. 5. Ensino de física. I. Título

21. ed. CDD 371.3

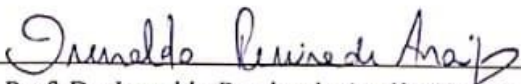
Luiz Eduardo Davi de Caldas

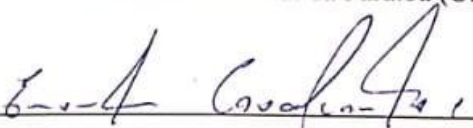
**EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES COMPUTADORIZADAS COMO
INSTRUMENTOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Licenciatura Plena em Física da
Universidade Estadual da Paraíba, em
cumprimento à exigência para obtenção do grau
de Licenciado em Física.

Aprovado em 20 de novembro de 2019

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Irenaldo Pereira de Araújo (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Everton Cavalcante (Examinador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Pedro Carlos de Assis Junior (Examinador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha família e amigos, pela dedicação,
companheirismo e amizade, dedico.

“Os progressos obtidos por meio do ensino são lentos; já os obtidos por meio de exemplos são mais imediatos e eficazes.”

(Lúcio Aneu Sêneca)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TICs: Tecnologias da informação e comunicação.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Brasil nos índices de inclusão digital.

Quadro 2: Metodologia utilizada em cada tema.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Materiais para o experimento de força elástica.

Figura 2: Experimento de força elástica montado.

Figura 3: Materiais usados no experimento de dispersão da luz.

Figura 4: Primeira observação dos alunos no experimento de dispersão da luz, com pouco leite.

Figura 5: Observação do experimento de dispersão da luz após aumentar a quantidade de leite.

Figura 6: Atenção dos alunos para o experimento.

Figura 7: Alunos engajados no experimento.

Figura 8: Alunos concentrados na aula.

Figura 9: Aula com simulações.

Figura 10: Simulador de sistema massa-mola.

Figura 11: Simulador de força elétrica.

Figura 12: Simulador da interação entre campos elétricos.

Figura 13: Simulação do efeito fotoelétrico.

Figura 14: Simulação da produção de energia solar fotovoltaica.

Figura 15: Simulação da refração e dispersão da luz.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 METODOLOGIA.....	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
4 CONSIDERAÇÕES.....	28
REFERÊNCIAS.....	29
APÊNDICES.....	30
APÊNDICE 1.....	30
APÊNDICE 2.....	31
APÊNDICE 3.....	32
APÊNDICE 4.....	33
APÊNDICE 5.....	34

EXPERIMENTOS E SIMULAÇÕES COMPUTADORIZADAS COMO INSTRUMENTOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Luiz Eduardo Davi de Caldas ^{1*}

Este trabalho tem como objetivo principal buscar uma maneira de aproximar os alunos do Ensino Médio da Física, de uma forma menos frustrante e que os engaje melhor com os temas a serem trabalhados. A relação do discente com o ensino de Física quando se dá por meio de docentes não formados na área, principalmente no primeiro ano do Ensino Médio, pode ser desanimadora e isso ocorre principalmente pela sobrecarga de cálculos, e pouca experimentação, num contexto em que discentes se apresentam com inúmeras deficiências em Matemática, que trazem ainda do Ensino Fundamental, criando certa frustração na turma mesmo sem ter mostrado a Física em si para eles. Inúmeros estudos mostram que a Física não deve ser trabalhada exclusivamente como um conjunto de equações matemáticas, os alunos precisam de uma base do seu cotidiano para identificar a Ciência, e só então acompanhar o desenvolvimento proporcionado por ela. A pesquisa foi desenvolvida na E.E.E.M. Adalgisa Teódulo da Fonsêca, na cidade de Itaporanga - PB, com alunos das quatro turmas do 3º ano do ensino médio. Os temas Físicos abordados foram: Força Elástica, Força Elétrica, Campo Elétrico, Efeito Fotoelétrico, Dispersão e Refração da Luz. Trazemos aqui uma alternativa para suprir essa necessidade de diversificação metodológica, propondo que se inclua no processo de ensino-aprendizagem ações experimentais, TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) e principalmente fazer com que os alunos se sintam parte da atividade. Na pesquisa, observa-se que é indispensável que os discentes possam participar diretamente processo de ensino-aprendizagem e que esses são fatores que podem ampliar e motivar o aprendizado, sendo possibilitada a proximidade que já têm com os fenômenos estudados e ver que agora podem quantificá-los e realizar predições sobre eles.

Palavras-Chave: Ensino-aprendizagem; Experimentos; TICs; Física; Ensino de Física.

¹ Aluno do curso de Licenciatura Plena em Física na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VII.
Email: luiz_eduardo97@hotmail.com.br

ABSTRACT

COMPUTER EXPERIMENTS AND SIMULATIONS AS TEACHING LEARNING INSTRUMENTS

The main objective of this paper is to find a way to bring physics students closer together, in a less frustrating way and to get better involved with the topics to be worked on. The relationship of students with physics teaching when given through documents not trained in the area, especially in the first year of high school, can be discouraging and this is mainly due to the overload of calculations and little experimentation, in a context where students present with several deficiencies in mathematics, which still brings elementary school, creating some frustration in the class even without showing the physics itself for them. Numerous studies show that physics should not be worked on exclusively as a set of mathematical equations, students need a basis from their journal to identify science, and then track the development provided by it. A survey was developed at E.E.E.M. Adalgisa Teódulo da Fonsêca, in the city of Itaporanga - PB, with students from the four classes of the 3rd year of high school. The physical themes addressed were: Electric Force, Electric Force, Electric Field, Photoelectric Effect, Light Scattering and Refraction. We bring here an alternative to meet this need for methodological diversification, proposing that the TICs include experimental actions in the teaching-learning process. (Information and Communication Technologies) and mainly making students feel part of the activity. In the research, it is observed that it is indispensable that the students can follow the teaching-learning process and what are the factors that can increase and motivate the learning, being possible the approximation that the studied students already have and now that they can quantify them and make predictions about them.

Key-words: Teaching and learning; Experiments; TICs; Physics; Physics teaching.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física aborda desde os princípios científicos mais gerais até as aplicações tecnológicas mais importantes, entender as teorias e conceitos por trás dessa área e sua forma quantificada, permite-nos compreender acontecimentos que formaram o universo como conhecemos, as leis que o regem, assim como os processos que governam nossa vida na terra e ainda nos possibilita prever fenômenos e acontecimentos futuros. Por isso, além de outros vários benefícios à sociedade, é importante que haja ensino-aprendizagem de Física.

O uso de diferentes formas de ensino vai além de despertar o interesse do aluno, nós podemos com isso, tornar os conteúdos abordados na teoria cada vez mais compreensíveis. O estudo por leituras e fórmulas se mostra importante, mas dar a oportunidade ao aluno para que possa trabalhar com algo palpável, pode tornar sua visualização do tema muito mais ampla. A prática é um dos meios que temos para transformar uma aula tradicional em uma aula contextualizada, ela tem um papel vasto, que além de estimular o interesse e possibilitar melhor visualização, também desperta habilidades que não poderiam ser aproveitadas em uma aula tradicional.

De acordo com as orientações curriculares para o ensino médio no Estado da Bahia (2005, p.98):

A experimentação é imprescindível durante a apresentação dos conteúdos das disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática. No caso particular da Física, é um recurso utilizado para materializar um conceito, tornando-se um facilitador da abstração.

Mas é um “facilitador da abstração” que está sendo pouco e/ou mal utilizado. Para muitos estudiosos, uma das grandes deficiências da educação brasileira vem da falta de estratégias metodológicas usadas pelos próprios professores, o ideal é que o docente esteja sempre em busca de novos métodos, que esteja atualizado, disposto a sair da zona de conforto e que não deixe suas aulas caírem em um padrão. É importante lembrar que no nosso país as condições fornecidas ao professor muitas vezes não são suficientes e esse fator dificulta muito o processo de ensino-aprendizagem. A maioria das escolas do Brasil não dispõem de laboratórios de Física, e muito menos adequadamente equipados, mas o que podemos fazer para contextualizar a aula dessa disciplina sem o laboratório? É aí que se destaca o papel das TIC's e a importância da criatividade do professor.

As TICs trazem muitos benefícios para a educação desde a década de 70 quando os computadores começaram a ser instalados nas escolas pelo mundo, mas o grande destaque é a pluralidade de meios de distribuição social do conhecimento que elas nos dão, essa diversidade de formatos nos garante uma amplitude de possíveis formas de ensino.

Essas tecnologias de informação também oferecem suas barreiras. Conforme Leite e Ribeiro (2011) um dos principais entraves para a utilização das TICs na educação brasileira é a falta de conhecimento e domínio dessas tecnologias por grande parte dos professores, e afirmam ainda, que a formação de professores não só no Brasil, mas em vários países do mundo oferece ao discente, futuro professor, a oportunidade de estudar a partir dessas tecnologias, mas nem sempre de desenvolver atividades pedagógicas utilizando-as, atividades essas que são indispensáveis no processo de formação do docente.

Segundo Prado (2005, apud, LEITE, RIBEIRO, 2012), é importante o professor conhecer as especificidades de cada um dos recursos para orientar-se na criação de ambientes que possam enriquecer o processo de aprendizagem do aluno. Caracterizando assim, como dever do professor, correr atrás das variedades de métodos necessárias. É indispensável que o professor busque a reflexão sobre sua prática, atualizando seus referenciais e concepções, desenvolvendo seu trabalho com autonomia, criatividade e autocríticas.

A competência técnica impõe algumas condições lógicas, epistemológicas e metodológicas para a ciência; a exigência de aplicação do método científico, da precisão técnica e do rigor filosófico. A exigência da autonomia e liberdade de criação tem a ver com a atitude, as condições de pesquisador; referindo-se à criatividade e ao impulso criador. A criticidade é qualidade da postura cognoscitiva que permite entender o conhecimento como situado num contexto mais amplo e envolvente, que vai além da simples relação sujeito/objeto. É a capacidade de entender que, para além de sua transparência epistemológica, o conhecimento é sempre uma resultante da trama das relações socioculturais. (SEVERINO, 2002).

O uso das TICs ainda pode trazer benefícios além da substituição da prática em si. Conforme UNESCO (2009, apud LEITE, RIBEIRO, 2012, p. 175), a forma como o sistema educacional incorpora as TICs afeta diretamente a diminuição da exclusão digital existente no país. No Brasil a inclusão digital é mínima e esse problema atinge principalmente a região norte e nordeste, segundo mapeamento feito pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) no ano de 2010, o país é apenas o 63º entre os 154 países que

participaram da pesquisa, com apenas 33% das pessoas conectadas, ficando atrás dos nossos vizinhos Chile e Uruguai, 53º e 57º colocados na pesquisa respectivamente. A Suécia liderou a pesquisa com 97% das casas conectadas, como vemos na tabela abaixo.

Quadro 1: Brasil nos índices de inclusão digital.

Ranking Mundial de Acesso à Internet 2010*		
País	Acesso a Internet em Casa (%)	Rank 2010*
Mundo	33	-
Sweden	97	1
Iceland	94	2
Denmark	92	3
Netherlands	91	4
Singapore	89	5
Korea (Republic of)	87	11
Hong Kong, China (SAR)	86	16
United States	85	17
Ireland	84	20
Bahrain	82	21
Israel	77	26
Japan	71	31
Spain	65	36
Italy	60	38
Portugal	57	41
Russian Federation	48	46
Serbia	45	51
Chile	41	53
Greece	39	54
Turkey	38	56
Uruguay	37	57
Brazil	33	63
Argentina	31	66
Costa Rica	29	71
Libyan Arab Jamahiriya	28	73
Venezuela (Bolivarian Republic of)	27	76
Albania	24	81

Fonte: CPS/FGV a partir dos dados do Gallup World Poll

A proposta no que diz respeito a isso, é que deixando os alunos próximos o máximo possível da abordagem tecnológica, possamos inspirar curiosidade e empenho para conseguir aproximá-los dos instrumentos digitais como ferramenta de ensino, mantendo em consciência que nem sempre será possível, nem é indicado, que se torne padrão o uso das TICs, não podemos deixar que se prescindia o uso da diversidade metodológica que estiver a sua disposição, pelo contrário, devemos usar as TICs como uma das muitas ferramentas que temos.

Conforme Lobo e Maia (2015, p. 20), o docente deve ter em mente que as TICs não objetivam eliminar o uso de técnicas convencionais de ensino. Elas devem ser incorporadas ao processo educacional já existente.

[...] cada meio utilizado no processo de ensino e aprendizagem apresenta características específicas que devem ser selecionadas e utilizadas pelos docentes em conformidade com o objetivo educacional, para ministrar sua disciplina, ou seja, o conteúdo a ser desenvolvido na sala de aula. Em seguida, identificar a tecnologia mais adequada para trabalhar um conteúdo no processo de ensino e aprendizagem.” (TEDESCO, 2005. apud LIMA, MAIA, 2015, p.20.)

Para momentos e lugares onde as TICs não sejam acessíveis, sugerimos aqui experimentos de fácil acesso. A ideia é que a partir do conceito físico o professor construa experimentos, e o ideal, é que os alunos sejam incluídos nessa construção.

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos. (ARAÚJO, ABIB, 2003, p.177).

Para Freire (2005, p. 87), a teoria sem a prática vira verbalismo, assim como a prática sem a teoria vira ativismo. No entanto, quando se une a prática com a teoria tem-se a práxis, a ação criadora e modificadora da realidade. Reforçando a ideia da necessidade da busca do docente pela pluralidade metodológica.

2 METODOLOGIA

A proposta presente neste trabalho foi aplicada em quatro turmas do terceiro ano do Ensino Médio na EEEM Adalgisa Teódulo da Fonsêca em Itaporanga-PB, cada uma delas com aproximadamente 40 alunos matriculados, com um índice de presença entre 85% a 95%. O público é diverso, a escola alvo dispõe de todos os tipos de cor, raça e gênero. A faixa etária dos alunos vai de 16 até 22 anos, sendo divididos em turmas A, B, C e D, de acordo com a mesma.

A execução ocorreu da seguinte forma: Para cada tema que foi abordado usamos uma abordagem expositiva e outra maneira de visualização, seja prática, por simulações digitais, ou ambas, onde os alunos divididos em grupos participariam ativamente das atividades, sendo que cada aula teve 45 minutos. Para concluir, foram

aplicados exercícios a partir dos assuntos abordados com o intuito de receber o feedback dos alunos sobre o aprendizado e também sobre o que mudou (ou não) para eles em ter a possibilidade de serem agora protagonistas e pesquisadores dos fenômenos físicos estudados.

O foco da parte tecnológica deste projeto foi o uso de simulações computadorizadas por meio de aplicativos que podemos utilizar no *tablet*, computador ou *smartphone*. Foram empregados aqui conteúdos da área de Física disponíveis no site Simulações Interativas em Ciências e Matemática (PHET), desenvolvido pelo ganhador do prêmio Nobel de 2001 Carl Wieman, junto da Universidade de Colorado em Boulder nos Estados Unidos. Wieman foi um dos responsáveis pela criação experimental do condensado de Bose-Einstein.

Sempre juntos de aulas expositivas, foram usados experimentos desenvolvidos pelo professor junto ou não dos alunos e kits já montados, isso está especificado no decorrer das aulas e na tabela abaixo.

Quadro 2: Metodologia utilizada para cada tema.

Tema	Material utilizado (Simulação e/ou Experimento)
Força Elástica	Simulação e Experimento
Lei de Coulomb	Simulação
Campo elétrico	Simulação
Efeito fotoelétrico	Simulação
Dispersão da Luz	Simulação e Experimento

A Força Elástica - Aula 1 - Abordagem: Expositiva.

Iniciamos a aula com um tom de revisão, até por que isso já foi visto pelos alunos nos anos anteriores, apenas a abordagem mudará. Este tema foi escolhido para iniciar o projeto, pois é de simples experimentação e visualização.

Reforçamos a importância de entender as três leis de Newton, as comentamos rapidamente para relembrar a todos o conceito de força e a diferença entre peso e massa que ainda confunde muitos.

Após isso, foi dada a introdução ao que seria a constante elástica de uma mola “k”, explicamos também a relação que ela tem com a força aplicada e a deformação (x) que a mola vai sofrer.

Agora, entendendo cada uma das variáveis, vamos a lei de Hooke:

$$F = k \cdot x$$

É um pequeno exemplo para contextualizar (Exercício 1, do apêndice 1).

Com esse exemplo, finalizamos a parte expositiva da aula e partimos para experimentação.

A Força Elástica - Aula 2 - Abordagem: Experimental.

Material Utilizado: Argolas de metal [1], molas [2], régua [3], suporte plástico [4].

Figura 1: Materiais usados para experimento de força elástica



Fonte: Autor

Figura 2: Experimento de força elástica montado



Fonte: Autor.

E agora, levantamos os problemas (Exercícios 2,3 e 4 do apêndice 1).

A Força Elástica - Aula 3 - Abordagem: Simulação digital.

Veremos agora o fenômeno digitalmente, utilizando a simulação encontrada no seguinte endereço eletrônico: https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_en.html.

Para encerrar, exemplos (**Exercícios 5 e 6, do apêndice 1**).

A Força Elétrica - Aula 1 - Abordagem: Expositiva

A aula sobre força elétrica foi iniciada relembrando a ideia de cargas elétricas, e da característica de atração e repulsão existente entre elas.

Relembramos logo de início como a distância pode influenciar na força elétrica, e também o significado da constante eletrostática “K” ou constante de Coulomb e seu valor no vácuo, reforçando que essas informações são tão importantes quanto a intensidade das cargas em questão. Essa também foi uma aula de revisão.

Após essa conversa, relembramos a equação da Lei de Coulomb:

$$|\vec{F}| = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{d^2}$$

Agora, vamos ao primeiro problema (**Exercício 1, do apêndice 2**).

A Força Elétrica - Aula 2 - Abordagem: Simulação Digital.

Trabalhamos também esse tema, com a simulação encontrada no seguinte endereço eletrônico: https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law_pt_BR.html.

A partir da apresentação do simulador para os alunos, foram propostos os seguintes problemas (Exercício 2 e 3, do apêndice 2).

Campo Elétrico - Aula 1 - Abordagem: Simulação digital.

Nas aulas passadas, já revisamos as cargas elétricas, a força elétrica e a constante eletrostática. Sendo assim, consideramos desnecessária uma aula

expositiva, e partimos diretamente para a demonstração das linhas de campo elétrico pela ferramenta de simulação. A ferramenta de simulação foi encontrada em: https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_pt_BR.html.

Após a apresentação do simulador, relembramos a equação que nos fornece a intensidade do campo elétrico:

$$|\vec{E}| = K \cdot \frac{|Q|}{d^2}$$

Após rápidos comentários, iniciamos a resolução de problemas (Exercícios 1,2 e 3, do apêndice 3).

O Efeito Fotoelétrico - Aula 1 - Abordagem: Expositiva.

O efeito fotoelétrico é novidade para os alunos, por isso a abordagem expositiva se faz novamente necessária na introdução. Dessa vez começamos a tratar do tema com um contexto histórico, para explicar-lhes que esse fenômeno foi uma descoberta de Albert Einstein, e que isso proporcionou a ele o prêmio Nobel de física de 1921.

Estabeleceremos a onda eletromagnética como pacotes de energia e definiremos o efeito fotoelétrico como uma prova da dualidade onda/partícula da luz. Nesse fenômeno os elétrons de uma placa metálica adquirem energia cinética após sofrerem colisões de fótons que incidem na placa.

Falamos também sobre a contribuição dessa descoberta para a produção de eletricidade, por meio das placas fotovoltaicas. Nós podemos perceber, por exemplo, qual a cor do fóton que fornecerá mais energia, a partir da equação que nos dá a energia de um fóton:

$$E = h \cdot f$$

Encerrando esses comentários, concluímos a aula com um problema (Exercício 1, do apêndice 4).

O Efeito Fotoelétrico - Aula 2 - Abordagem: Simulação digital.

Novamente utilizamos um simulador para desenvolver a aula, ele pode ser baixado no seguinte endereço eletrônico: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation

/legacy/photoelectric. O programa é leve, e pode ser utilizado em qualquer versão do sistema operacional Windows desde que você tenha a última versão do Java instalado no seu computador, você pode baixá-lo aqui: <https://www.java.com/en/download/chrome.jsp>.

Para reproduzir a produção de energia solar fotovoltaica, utilizamos mais um simulador que pode ser encontrado em: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html.

Após a apresentação das representações digitais, foram propostos os seguintes problemas (**Exercícios 2,3 e 4, do apêndice 4**).

Dispersão e Refração da Luz - Aula 1 - Abordagem: Expositiva.

A dispersão da luz é um fenômeno que acontece a todo o momento em nossa vida, ela é a causa dos arco-íris, e da cor azul do céu, assim como a cor alaranjada do céu no pôr do Sol. Como tratamos novamente de uma aula de revisão, iniciamos falando sobre o que é a refração e a reflexão da luz. Relembramos que a velocidade da luz muda em determinados meios de propagação e que isso caracteriza os índices de refração de cada meio de propagação, por:

$$n = \frac{c}{v}$$

Depois disso, partimos para a lei de Snell-Descartes:

$$n_1 \operatorname{sen} \theta_i = n_2 \operatorname{sen} \theta_r$$

Houveram também rápidos comentários sobre a dispersão de Rayleigh.

Agora iremos para o primeiro problema (Exercício 1, do apêndice 5).

Dispersão e Refração da Luz - Aula 2 - Abordagem: Experimental.

Material Utilizado: Aquário ou outro recipiente transparente parecido (pode ser de plástico) [1], leite desnatado [2], fonte de luz branca [3] e Colher [4].

Figura 3: Materiais usados no experimento de dispersão da luz.



Fonte: Autor.

Experimento montado: Enchemos o recipiente com até 4/5 de água e posicionamos a lanterna de modo que o feixe de luz passe em paralelo com a superfície da água, colocamos o leite desnatado pouco a pouco, misturando bem com a água, e aumentando assim a dispersão da luz no recipiente, no início veremos um tom azulado [Figura 4], ao aumentar a quantidade de leite, chegamos até um ponto onde veremos a luz que sai com um tom alaranjado tendendo ao vermelho do outro lado do recipiente [Figura 5].

Figura 4: Primeira observação do recipiente com pouco leite.



Fonte: Autor.

Figura 5: Observação do recipiente após aumentar a quantidade de leite.



Fonte: Autor.

Acabamos de mostrar o fenômeno conhecido por dispersão de Rayleigh, responsável pelo azul do céu, e o vermelho do pôr do Sol experimentalmente.

Agora vamos aos problemas (Exercícios 2 e 3, do apêndice 5).

Aula 3. Dispersão e Refração da Luz – Abordagem: Simulação digital.

Para esse tema, usamos a simulação que pode ser encontrada em: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html.

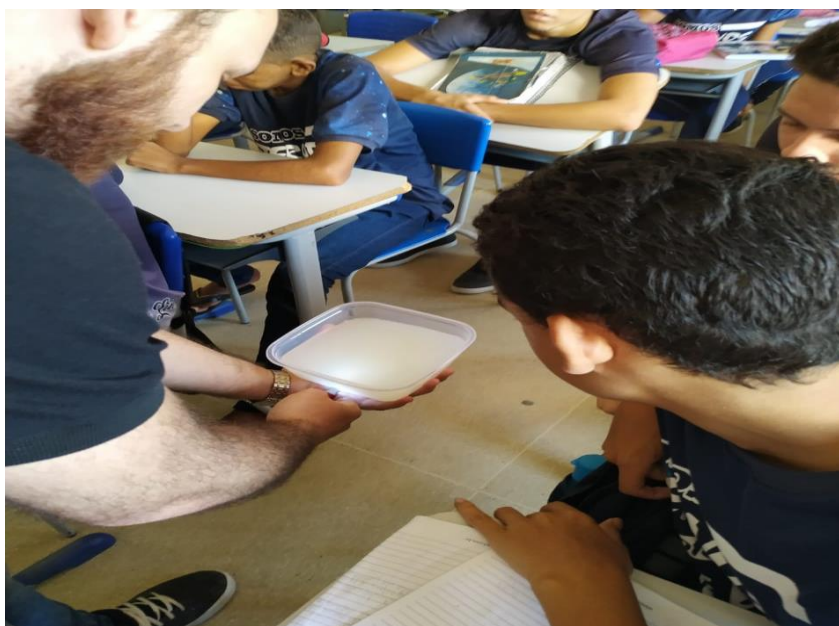
Após apresentar o simulador aos alunos, analisamos o problema (Exercício 4, do apêndice 5).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A qualidade de ensino no Brasil sofre uma grave deterioração, durante a execução das aulas podemos perceber deficiências claras em ferramentas básicas da matemática como multiplicação e divisão de potências de base 10 por exemplo, o problema é grave, e a maioria dos alunos das quatro turmas precisam de nivelamento de matemática. Erros na interpretação de gráficos e equívocos em conhecimentos prévios também se fizeram presentes, outro grande problema, e que se estende para toda a nossa região de ensino, é que a maioria dos professores de Física não tem formação específica na área, ou seja, não são capacitados.

Por outro lado, também tivemos pontos positivos. De acordo com a proposta deste trabalho, conseguimos atingir grande parte das metas. A primeira, prender a atenção deles nas simulações e experimentos foi um sucesso, muito diferente das aulas expositivas, onde por vezes era preciso chamar a atenção de alguns. Sem dúvida alguma eles se envolveram principalmente com as simulações digitais e experimentos, e as respostas para os exercícios propostos foram pontuais.

Figura 6: Atenção dos alunos para o experimento.



Fonte: Autor

Apesar de ocasionalmente parecerem ultrapassados, os experimentos mais simples foram ótimas alternativas na contextualização da aula, na maioria das vezes essas experiências de maior facilidade se aproximam muito mais do nosso dia a dia, e isso torna a relação do aluno com a prática muito mais forte, a complicação de entender o processo da experiência em si é incrivelmente reduzida, já que deixamos de lado aquelas máquinas mais confusas que simulam os fenômenos a serem estudados e passamos a usar objetos com os quais convivemos.

Figura 7: Alunos engajados no experimento.



Fonte: Autor.

Figura 8: Alunos concentrados na aula.



Fonte: Autor.

Dividir os alunos em grupo facilitou o uso das simulações, pois a sala multimídia da referida escola, não dispõe de computadores para todos os alunos de uma só vez. Na verdade, único motivo para a turma ter sido separada em grupos foi a pequena quantidade de computadores, e por acaso isso acabou se tornando uma arma a favor da aprendizagem, eles conseguiram discutir sobre os assuntos entre si, e ajudar uns aos outros a chegar em conclusões que talvez não conseguiriam

sozinhos. Por sorte, a sala multimídia tinha bastante espaço e conseguimos nos organizar.

Figura 9: Aula com simulações.

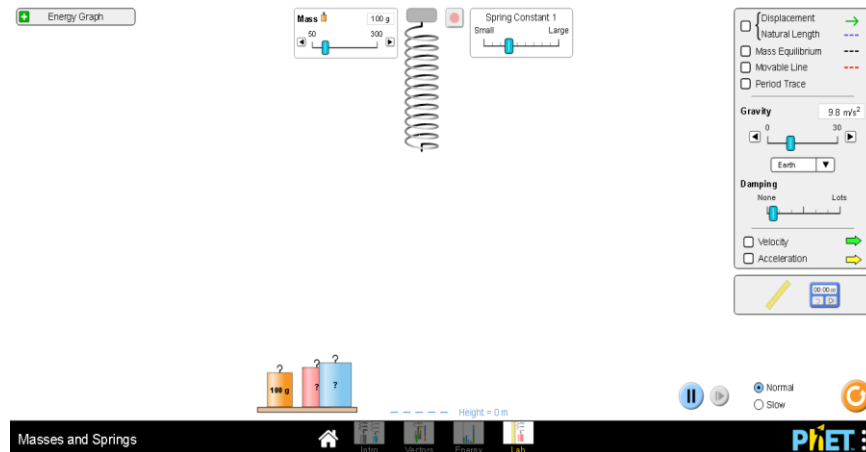


Fonte: Autor.

As simulações utilizadas facilitaram a compreensão dos fenômenos físicos, elas nos permitiam fazer alterações importantes na situação estudada e representar diversos exemplos a serem debatidos.

Com a ferramenta digital de simulação do sistema massa mola, podemos escolher variáveis diversas, como por exemplo, selecionar a aceleração da gravidade, e decidir se o fenômeno está acontecendo aqui na terra, na lua, ou até mesmo em júpiter, além de aumentar ou diminuir a constante elástica, e alterar a força aplicada na mola com diversas massas. A mesma se encontra em inglês, então a menos que você esteja aplicando essa metodologia em um país cuja língua nativa é o inglês, sugerimos que faça a tradução para seus alunos.

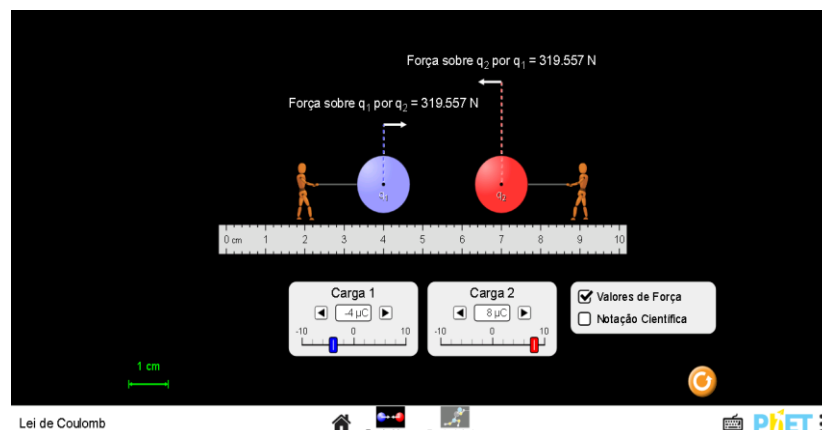
Figura 10: Simulador de sistema massa-mola.



Fonte: Phet simulações

A simulação da força elétrica nos permitiu alterar todas as variáveis do sistema, exceto a constante eletrostática (sempre vácuo), podemos nela: Aumentar ou diminuir a intensidade das cargas, visualizar se a força é atrativa ou repulsiva, encontrar a força em notação científica ou não e ainda mudar a distância entre as cargas, em escala macro (centímetro) e atômica (picômetro). Além disso, essa ferramenta se encontra em português, o que facilitou a aplicação.

Figura 11: Simulador de força elétrica.

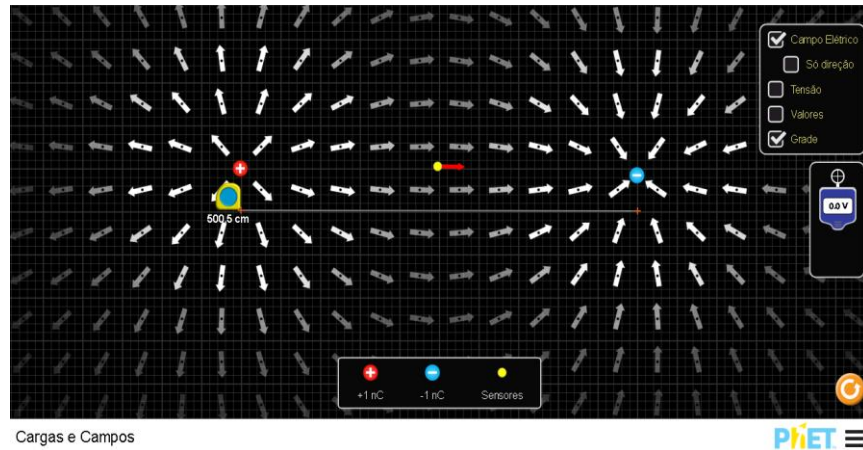


Fonte: Phet simulações

No simulador da interação entre cargas (ou objetos carregados) e campos elétricos não podemos alterar a intensidade da carga, mas temos de maneira bem clara a configuração das linhas de campo, demonstrando até mesmo a diminuição da intensidade do campo com o aumento da distância até a carga. Temos a trena para realizar essas medidas de distância e sensores (partículas eletrizadas positivamente,

ou até mesmo um próton) cuja força elétrica sofrida seria representada pela seta vermelha de modo bastante claro.

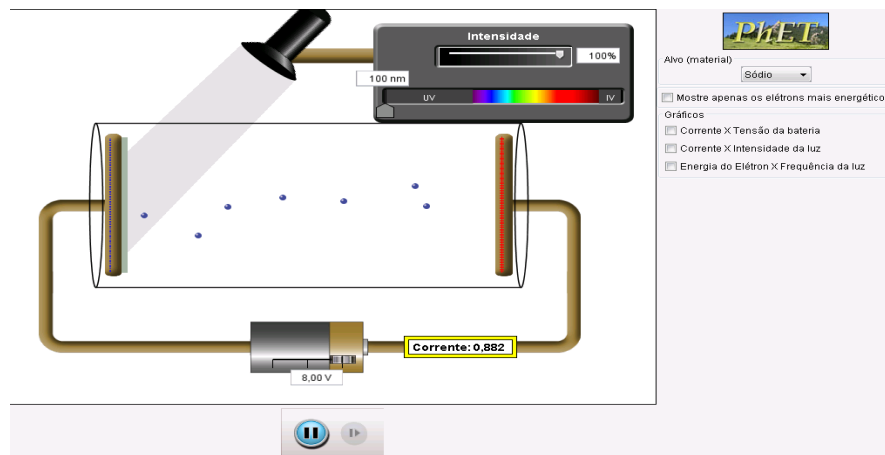
Figura 12: Simulador da interação entre campos elétricos.



Fonte: Phet simulações

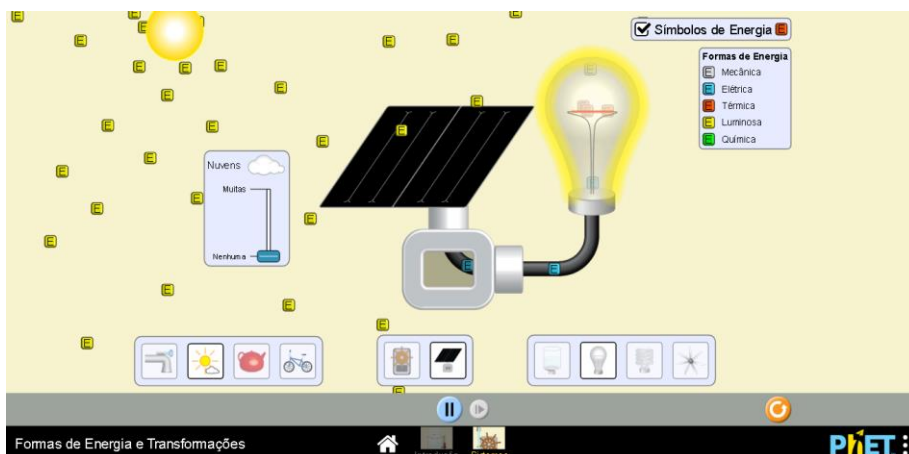
Temos duas opções de simulação digital para o efeito fotoelétrico, na primeira podemos regular a intensidade, a frequência e o alvo material da luz incidente. Também podemos usar uma bateria, pilha ou fonte de tensão para eletrizar os lados do fio condutor positiva ou negativamente. Na segunda simulação podemos observar as transformações de energia durante todo o processo de produção, além de modificar a quantidade de luz solar que está incidindo na placa fotovoltaica aumentando ou diminuindo a quantidade de nuvens.

Figura 13: Simulação do efeito fotoelétrico.



Fonte: Phet simulações

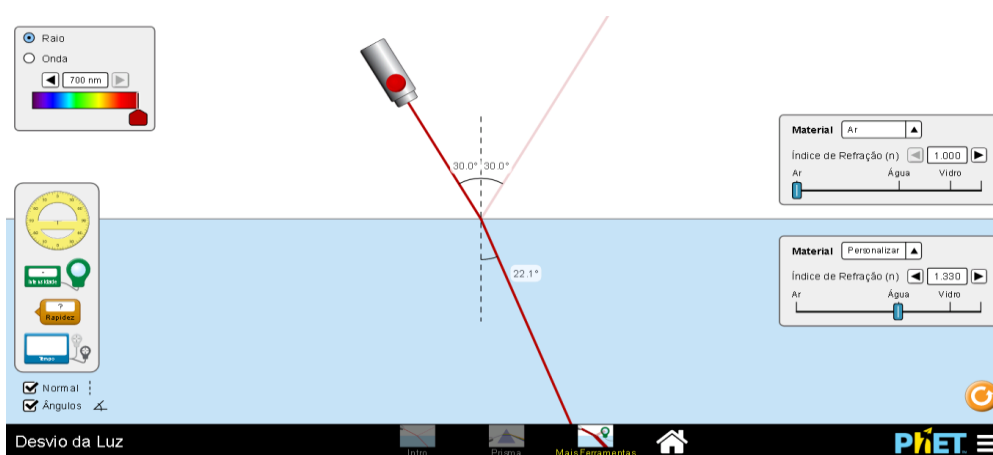
Figura 14: Simulação produção de energia solar fotovoltaica.



Fonte: Phet simulações

Essa reprodução digital da refração da luz nos permitiu alterar todas as variáveis presentes na lei de Snell-Descartes. Podemos escolher os dois meios de propagação e o ângulo de incidência do raio de luz, e assim visualizar várias situações do cotidiano a partir da mesma, além de encontrar respostas para a equação de maneira rápida. E ainda, mostra como cada cor se comporta ao alterarmos seu meio de propagação.

Figura 15: Simulação da refração e dispersão da luz.



Fonte: Phet simulações

Assim, as TICs mostraram sua eficiência no processo de ensino-aprendizagem de Física, os alunos conseguiram participar, opinar e até sugerir diferentes situações de estudo.

As simulações e os experimentos responderam de maneira teórica e prática suas dúvidas sobre conceitos Físicos próximos da sua vida e problematizações modernas, como a cor do céu em diferentes horários e como se dá o processo de produção de energia solar fotovoltaica, as questões nos apêndices 1, 2, 3, 4 e 5, foram todas debatidas e respondidas em aula, fatores interessantes foram notados como diferenças de comportamento gritantes das aulas tradicionais para as práticas, além da participação e as respostas pontuais para as questões propostas.

Diante disso, foi possível confirmar que apesar da importância da matemática, é necessária uma reflexão sobre a metodologia a ser usada, pois existem métodos que vão nos servir melhor e asseguradamente a junção da teoria com a prática pode trazer bons frutos.

4 CONCLUSÃO

O conhecimento produzido precisa vir de uma postura criativa, responsável e acima de tudo crítica, ou seja, ele só será firme se tiver pilares acima de um processo bem trabalhado, com iniciativa e competência. O sucesso científico, assim como o pedagógico, ocorre como consequência do esforço, de condições lógicas, metodológicas e epistemológicas. Durante o desenvolvimento de sua perspectiva, não há espaço para superficialidade, isso exige determinação, precisão, rigor e bons fundamentos teóricos. Aqui buscamos e mostramos quão essencial é fugir das fórmulas feitas e das receitas prontas, vimos a importância da participação ativa do aluno e da elaboração pessoal das aulas, esses foram fatores que nos forneceram uma concreta e abundante produção dos conhecimentos.

O resultado se mostrou satisfatório, pois a proximidade dos alunos foi alcançada, dúvidas foram levantadas e respondidas, a curiosidade foi fator decisivo na busca dos mesmos por respostas para suas questões recém-imaginadas a partir de cada nova situação visualizada. Alguns alunos surpresos com os fenômenos trabalhados questionavam qual o truque que estava acontecendo. Após isso, participando de forma ativa dos eventos que lá ocorreram se convenceram então, de que a física pode sim nos trazer novidades, que ela não é uma disciplina apenas de cálculos e teorias que não nos possibilitam fazer nada além de quebrar a cabeça, mas que a física nos permite brincar com ela, é uma ciência que nos dá a oportunidade de imaginar diversas situações e fenômenos e ainda nos propicia medi-los e predizê-los.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Mauro S. T.; ABIB, Maria Lúcia V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2>>. Acesso em: 9 mai. 2019.

BAHIA. **Orientações curriculares estaduais para o ensino médio**. Área de Linguagem, Código e suas tecnologias. 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

LEITE, W. S. S.; RIBEIRO, C. A.do N. **A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios**. Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación, vol. 5, núm. 10, julio-diciembre, 2012, pp. 173-187 Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/2810/281024896010/>>. Fortaleza - CE, 2011. Acesso em: <24 de fevereiro de 2019>.

LOBO, Alex S. M.; MAIA, Luiz Cláudio G. **O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior**. Caderno de Geografia. v.25, n.44 – 2015. Disponível em: <http://www.luizmaia.com.br/docs/cad_geografia_tecnologia_ensino.pdf> Acesso em: 10 mai. 2019.

MELO, L. C. C. de, et al. **Mapa da Inclusão Digital**/ Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/20738/Sumario-Executivo-Mapa-da-Inclusao-Digital.pdf> > / Coordenação Marcelo Neri. - Rio de Janeiro: FGV, CPS, 2012. Acesso em: <22 de fevereiro de 2019>.

SEVERINO, A. J. **Educação e Universidade: conhecimento e construção da cidadania**. Interface Comun. Saúde Educ. 2002.

Phet simulações. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics>. Acesso em: 25/05/2019.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: Exercícios propostos de sistema massa mola.

Exercícios de sistema massa mola

Exercício 1: Um corpo de 10 kg, em equilíbrio, está preso à extremidade de uma mola, cuja constante elástica é 150N/m. Considerando $g=10\text{m/s}^2$, qual será a deformação da mola?

Resposta: Da segunda lei de Newton, temos que:

Se o corpo se encontra em equilíbrio, então a soma das forças que atuam sobre ele, é igual a zero. Logo,

$F - P = 0$, explicitando que o peso (P) será negativo, pois o sentido é inverso ao da força (F) que a mola exerce no corpo.

Assim, $F = P$.

$$k \cdot x = m \cdot g$$

$$150x = 10 \cdot 10$$

$$x = 0,66\text{m}$$

Exercício 2: Verifique usando uma régua a deformação da mola com uma argola de metal. Calcule a constante elástica da mola.

Exercício 3: Verifique agora a deformação da mola com duas argolas de metal. Calcule a constante elástica da mola e compare com o resultado do exercício 2.

Exercício 4: Segure a mola fixa em um ponto e peça que seu colega puxe ela horizontalmente até ocorrer uma deformação de 1 cm na mesma. Usando a média das constantes elásticas descobertas nos exercícios anteriores, calcule a força que seu colega exerceu na mola.

Exercício 5: Escolha a intensidade da constante elástica da mola (Grande ou Pequena), e depois a represente em número.

Exercício 6: Compare a deformação que a mola sofreria na terra e na lua, utilizando a mesma constante elástica do exercício anterior.

APÊNDICE 2: Exercícios propostos sobre força elétrica.

Exercício de força elétrica

Exercício 1: Considere duas cargas de $-2 \mu\text{C}$ e $5 \mu\text{C}$, separadas uma da outra por uma distância de 1 cm, no vácuo. Calcule a força elétrica entre elas e verifique se é uma força de atração ou de repulsão.

Resposta: Iniciamos a resposta transformando a distância de centímetros para metros.

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

Como as cargas se encontram no vácuo, então:

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

E as cargas:

$$q_1 = -2 \mu\text{C} = -2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = 5 \mu\text{C} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Assim,

$$|\vec{F}| = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{|-2 \cdot 10^{-6}| \cdot |5 \cdot 10^{-6}|}{(10^{-2})^2}$$

Logo,

$$\boxed{|\vec{F}| = 9 \cdot 10^2 \text{ N}}$$

A força elétrica é de atração, pois as cargas têm sinais opostos.

Exercício 2: Separe as cargas a 4 cm uma da outra, considere o sistema no vácuo. Escolha as intensidades da carga 1 e da carga 2. Calcule a força elétrica entre elas.

Exercício 3: No exercício 1, as cargas que você escolheu vão interagir de forma atrativa ou repulsiva? Você pode identificar isso na simulação? Se sim, onde?

APÊNDICE 3: Exercícios propostos sobre campo elétrico.**Exercícios de campo elétrico**

Exercício 1: É possível relacionar as equações da força elétrica e da intensidade do campo elétrico? De que forma?

Resposta: Sim, podemos fazer uma substituição das variáveis do seguinte modo:

$$|\vec{E}| = K \cdot \frac{|Q|}{d^2} \quad \text{E} \quad |\vec{F}| = K \cdot \frac{|Q| \cdot |q|}{d^2}$$

Substituindo, temos:

$$\boxed{|\vec{F}| = |\vec{E}| \cdot |q|}$$

Exercício 2: Escolha e posicione apenas uma das cargas na plataforma. Utilize a trena para medir 90 cm da carga escolhida. Calcule a intensidade do campo elétrico a essa distância da carga. Considere o sistema no vácuo.

Exercício 3: Coloque a carga não escolhida no mesmo ponto a 90 cm de carga escolhida no exercício 1. Qual vai ser a força elétrica sofrida por ela?

APÊNDICE 4: Exercícios sobre o efeito fotoelétrico.**Exercícios de efeito fotoelétrico**

Exercício 1: Qual a cor no espectro de luz visível é a mais energética e a menos energética?

Antes da resposta foi mostrado para eles o espectro da onda eletromagnética, e a pequena faixa que é o espectro de luz visível.

Resposta: Como $E \propto f$, então temos que:

O violeta é a cor que tem maior energia, pois sua frequência é maior que a de qualquer outra cor do espectro visível. Já a cor vermelha é a de menor energia, pois tem a menor frequência.

Exercício 2: De acordo com as simulações, vai haver diferença na produção de eletricidade se o dia estiver nublado ?

Exercício 3: Qual vai ser a produção de energia elétrica pelas placas durante a noite ?

Exercício 4: A energia solar fotovoltaica é uma fonte considerada limpa e inesgotável. Por quê?

APÊNDICE 5: Exercícios sobre dispersão e refração da luz.

Exercício de Óptica

Exercício 1: Um raio de luz monocromático incide na superfície de separação de dois meios passando do ar para a água. Determine o ângulo de refração sabendo que o ângulo de incidência é de 30° . (Use o índice de refração do ar igual a 1, e o da água 1,33).

Resposta: Pela lei de Snell-Descartes, temos:

$$n_1 \operatorname{sen} \theta_i = n_2 \operatorname{sen} \theta_r$$

$$1 \operatorname{sen} 30^\circ = 1,33 \operatorname{sen} \theta_r$$

$$1 \cdot 0,5 = 1,33 \operatorname{sen} \theta_r$$

$$\frac{0,5}{1,33} = \operatorname{sen} \theta_r$$

$$\operatorname{sen} \theta_r = 0,37$$

$$\theta_r = 22^\circ$$

Exercício 2: Qual a relação da quantidade de leite com a cor azul e a cor alaranjada da luz que incidiu no recipiente ?

Exercício 3: O leite usado poderia ser integral ? Justifique.

Exercício 4: Um raio de luz se propaga pelo ar e incide em outro meio de propagação fazendo 45° com a reta normal, supondo que o ângulo de refração sofrida pelo raio é de $31,76^\circ$, calcule o índice de refração desse meio. (Use o índice de refração do ar igual a 1, o $\operatorname{sen} 45^\circ = 0,7$ e o $\operatorname{sen} 31,76^\circ = 0,5263$).

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar a força necessária pra superar todos os obstáculos.

À minha família, pela compreensão por minha ausência nas reuniões familiares.

Ao professor Irenaldo pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação e pela dedicação.

Aos professores do Curso de Física da UEPB, em especial, aos que contribuíram, por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários da UEPB, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos colegas de classe pela amizade e o apoio.