



# RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA COM LABORATÓRIOS VIRTUAIS

D. B. SILVA<sup>1</sup>, J. PERUZZO<sup>1</sup>, F. L. EVANGELISTA<sup>1</sup>, L. L. ALVARENGA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura em Física, Instituto Federal Catarinense - *campus* Concórdia

---

## Resumo

*Este trabalho foi realizado dentro do âmbito do programa de residência pedagógica, desenvolvido nas dependências do instituto catarinense campus concórdia, e teve por objetivo o estudo da viabilização da utilização de simulações disponíveis na internet no ensino de física, bem como avaliação do processo educativo por meio dos experimentos virtuais. O trabalho foi fundamentado na teoria de ensino de Jerome Bruner que visa em propiciar ao aluno um ambiente facilitador do processo de ensino-aprendizagem, resultando em uma considerável melhora de interesse e participação dos alunos nos conceitos apresentados e desenvolvidos em sala de aula.*

**Palavras-chave:** *Residência Pedagógica. Simulações Virtuais. Teoria de Ensino de Bruner.*

---

## I. INTRODUÇÃO

O trabalho a seguir é oriundo do Programa de Residência Pedagógica do Instituto Federal Catarinense *campus* Concórdia. O presente relatório é a persecução e execução do planejamento feito conjuntamente com o professor regente da turma em que o estagiário desenvolveu as atividades do estágio de docência, em que foi proposta uma potencial ferramenta para ensino de física moderna no ensino médio. Essa ferramenta consiste na utilização de simulações encontradas na internet para a explicação de um fenômeno chamado Radiação de Corpo Negro em um novo cenário em que as possibilidades de acontecimentos são, de certa forma, mais maleáveis, sendo na forma de uma animação que produz um gráfico. De acordo com as mudanças feitas pelo usuário nas equações, isso é possível utilizando-se conceitos de Mecânica Quântica juntamente com a Curva de Wien.

Utilizando-se esta animação procura-se preencher as lacunas na mente dos alunos que ainda persistem pós explicação teórica em sala de aula, de forma que o conhecimento solidifique-se e que o aluno assimile os conceitos da matéria mais eficientemente.

A Animação Iterativa Espectro de Corpo Negro foi desenvolvido pela plataforma Phet-Colorado, com o intuito de, principalmente, aproximar-se da descrição das variáveis envolvidas nas situações determinantes do fenômeno da espectrometria das radiações emitidas pelos corpos negros. A ferramenta foi escolhida em consonância com o referencial teórico, o qual preza pela escolha de um ambiente que leve os alunos a questionarem o porquê e como está acontecendo determinado evento. A turma em que foi realizada a oficina era do terceiro ano do Curso Técnico em Informática para Internet Integrado ao Ensino Médio. Então, nada melhor, para deixar os alunos confortáveis, do que trabalhar o conteúdo em um ambiente que eles conheçam e seja familiar para os mesmos.

Como objetivo geral procurou-se avaliar o emprego de animações interativas abordando conceitos de física moderna e mecânica quântica, de forma que estes se tornem mais visuais. Para tanto, os objetivos específicos foram estabelecidos da seguinte forma:

- Produzir uma aula explicativa sobre os conceitos iniciais denominada: Introdução à Mecânica Quântica;
- Desenvolver uma Oficina Didática para o trabalho com a animação interativa utilizando-se do Laboratório de Informática da Instituição;
- Elaborar e aplicar um questionário referente à aplicação da Oficina Didática;

## II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A turma em que foram desenvolvidas as atividades da Residência Pedagógica, foi a turma de terceiro ano (3F) do Curso Técnico em Informática para Internet integrado ao Ensino Médio, a qual continua com 36 alunos matriculados.

O curso Técnico em Informática para Internet começou a ser ofertado para os alunos ingressantes no Ensino Médio do IFC *campus* Concórdia no ano de 2017, com a proposta de formar profissionais capacitados voltados para o desenvolvimento de aplicações e desenvolvimento sites da web (PPC, 2014).

Com relação a docência realizada durante a III etapa da Residência Pedagógica no IFC-*campus* Concórdia, foram ministrados 8 encontros contabilizando 16 aulas de 45 minutos cada, envolvendo a docência direta do Residente. As 6 últimas aulas compostas por uma introdução ao conteúdo da Oficina Didática a ser desenvolvida posteriormente. Após a aula de número 6, foi realizada uma recuperação paralela da prova aplicada na aula de número 9 e 10, e em seguida nas duas últimas aulas e, conseqüentemente, no último encontro com a turma foi ministrada a Oficina Didática no laboratório da Instituição.

No dia 28/10/2019 foi realizada a Oficina Didática. Nesta ocasião foi dividida em alguns momentos iniciais de reflexão com o conteúdo que foi ministrado na aula 6 sob o título de Introdução a Mecânica Quântica, alguns conceitos sobre equilíbrio térmico e a introdução de dois novos temas: a radiação térmica emitida por corpos negros e o conceito de corpo negro.

### III. DISCUSSÃO TEÓRICA

#### III.1. A TEORIA DE ENSINO DE JEROME BRUNER

Jerome S. Bruner, conhecido pela sua icônica frase: é possível ensinar qualquer assunto, de maneira honesta, a qualquer criança em qualquer estágio de desenvolvimento, do que por qualquer outro aspecto de sua teoria. Quando Bruner proferiu essas palavras, ele quis dizer que o assunto poderia ser sim ensinado, contudo não em sua forma final, mas obedecendo a maneira como o indivíduo que está sendo ensinado enxerga e interage com o mundo ao seu redor. Ou seja, é sempre possível ensinar algo a alguém desde que se leve em consideração as diversas etapas intelectuais que o indivíduo se encontra. Assim, a tarefa de ensinar determinado conteúdo a uma criança, em qualquer idade, é a de representar a estrutura deste conteúdo em termos de visualização que essa criança tem das coisas (MOREIRA, 2011).

O que é relevante em uma matéria de ensino, na visão de Bruner, é a sua estrutura, juntamente com suas ideias e relações fundamentais. Essa seria, aparentemente, a ideia principal de Bruner a respeito do que ensinar. Aparentemente, porque, como será explicado ao final do capítulo, Bruner mais tarde, de certa forma, deixou de enfatizar o papel da estrutura (MOREIRA, 2011).

Quando falamos a respeito de como ensinar, Bruner destaca o processo da descoberta, pela exploração de alternativas, e o currículo em espiral. De acordo com Bruner, o ambiente ou conteúdos de ensino necessitam ser percebidos pelo aprendiz em termos de problemas, relações e lacunas que ele deve preencher, a fim de que a aprendizagem se torne significativa e relevante. Portanto, o ambiente para a aprendizagem por descoberta deve proporcionar alternativas resultando no aparecimento e percepção, pelo aprendiz, de relações e similaridades, entre as ideias apresentadas que não foram previamente reconhecidas. A descoberta de um princípio ou de uma relação, por uma criança, é essencialmente idêntica quanto ao processo à descoberta que um cientista faz em seu laboratório. Currículo em espiral por sua vez, significa que o aluno tem a oportunidade de ver os conteúdos por mais de uma vez, porém em diferentes níveis de aprofundamento e complexidade e diferentes modos de representação (OLIVEIRA, 1973 *apud* MOREIRA, 2011).

#### III.2. AS FASES DE DESENVOLVIMENTO INTELECTUAL

A premissa de desenvolvimento intelectual ocupa um lugar muito importante na teoria de ensino de Bruner. Para Bruner, ensinar é um esforço para moldar o desenvolvimento e uma teoria de ensino versa sobre várias maneiras de auxiliar o desenvolvimento. Ao se referir à natureza do desenvolvimento intelectual, Bruner considera, entre outros, os seguintes aspectos: o desenvolvimento intelectual caracteriza-se por independências crescentes das respostas em relação a natureza imediata do estímulo, e, o desenvolvimento intelectual baseia-se em absorver eventos, em um sistema de armazenamento que corresponde ao meio ambiente (MOREIRA, 2011).

Bruner ressalta que o desenvolvimento intelectual é caracterizado por crescente capacidade de lidar com alternativas simultaneamente, atender a sequências ao mesmo tempo, e distribuir tempo e atenção, de maneira apropriada, a todas essas demandas múltiplas.

Do ponto de vista de Bruner, uma questão elementar relativa ao desenvolvimento é a da representação, ou seja, o indivíduo, ao se desenvolver, deve por si só adquirir meios de representar o que ocorre no seu ambiente. Deve ser capaz de conservar em um modelo a experiência decorrente da estimulação do meio e também de recuperar a informação por meio desse mesmo modelo (MOREIRA, 2011).

De maneira um tanto semelhante aos períodos do desenvolvimento propostos por Piaget, Bruner distingue três modos de representação do mundo pelos quais passa o indivíduo: Representação Ativa, Representação Icônica e Representação Simbólica.

#### IV. REPRESENTAÇÃO ATIVA

Esta parte constitui a primeira fase de representação da criança com o meio ao seu redor. O trabalho mental da criança consiste em estabelecer relações entre a experiência e a ação; seu interesse consiste em manipular o mundo por meio da ação. Esta etapa corresponde aproximadamente ao período compreendido entre a aquisição da linguagem e a época em que a criança começa a aprender a manipular símbolos. É, pois, característica da criança em idade pré-escolar. Neste estágio, é extremamente difícil ensinar certas ideias físicas, como a conservação da massa por exemplo, porque falta à criança aquilo que a escola de Genebra denominou de reversibilidade. Assim, a criança não consegue entender que a massa e o peso de um objeto se conservam, mesmo quando se altera a forma do objeto (BRUNER, 1973, p. 32 *apud* MOREIRA 2011).

#### V. REPRESENTAÇÃO ICÔNICA

Nessa fase, em que a criança já está em período escolar, trata-se de um estágio operacional, (concreto), contrariamente ao anterior que era meramente ativo (pré-operacional). É operacional no sentido da manipulação direta de objetos, ou interna, como quando se manipula mentalmente símbolos que representam coisas e relações (MOREIRA, 2011).

De um modo geral, operação é uma maneira de se obter na mente dados sobre o mundo real, que possam ser organizados e utilizados seletivamente na resolução de problemas. Uma operação pode, neste estágio, ser uma ação, mas difere de uma ação típica do estágio anterior porque agora é interiorizada e reversível. Interiorizada, porque a criança não mais precisa resolver um problema por meio de um processo de ensaio e erro, mas pode realmente efetuar-lo em sua mente. Reversível, porque a operação pode ser compensada pela operação inversa. Se dividirmos um conjunto de bolinhas de gude em subconjuntos, a criança pode compreender intuitivamente que o conjunto original pode ser reestabelecido, juntando-se os subconjuntos. Enquanto a representação ativa baseia-se na aprendizagem de respostas e na formação de hábitos, a icônica está fundamentalmente regida por princípios de organização perceptiva e pelas transformações econômicas desta organização (MOREIRA, 2011).

## VI. REPRESENTAÇÃO SIMBÓLICA

Essa fase de representação corresponde ao período designado como das operações formais pela escola de Genebra. No primeiro estágio (ativo), a criança era capaz de resolver seus problemas pela ação pura e simples. Ela tinha um modo de representação ativo. No segundo, ela já era capaz de interiorizar a ação e as tentativas de resolução de um problema podiam ser feitas mentalmente. No entanto, seu poder simbólico era limitado. A criança era capaz de estruturar apenas a realidade imediatamente presente, não estando inteiramente apta a tratar de possibilidades novas. Este último fenômeno somente se dá no terceiro estágio (MOREIRA, 2011).

No terceiro estágio, a atividade intelectual da criança parece basear-se antes em uma capacidade para operar com proposições hipotéticas, do que em permanecer restrita ao que já experimentou, ou ao que tem diante de si. A criança pode, então, pensar a respeito de possíveis variáveis e, até mesmo, deduzir relações potenciais que, mais tarde, podem ser verificadas pelo experimento ou pela observação. Nesta fase, as operações intelectuais parecem apoiar-se na mesma espécie de operações lógicas que constituem o instrumental do logicista, cientista ou pensador abstrato, esta fase é que a criança está apta a dar expressão formal ou axiomática (de forma coerente, e/ou formada inicialmente por um conjunto organizado de noções primitivas admitidas sem demonstração), às ideias concretas que, anteriormente, orientavam a resolução de problemas, mas não podiam ser descritas ou formalmente compreendidas (MOREIRA, 2011).

Com base nesses três modos de representação que os indivíduos passam pelos estágios de processamento e representação de informações um caracterizado pelo manuseio e ação de objetos, outro pela organização perceptiva e imagens e, o terceiro, pela utilização de símbolos. Segundo Bruner, não são estritamente e exatamente estágios, e sim fases de desenvolvimento interno da criança e avanço de processamento de dados e informações da vida cotidiana. Embora essas fases se desenvolvam sequencialmente, elas não substituem as outras desenvolvidas anteriormente (MOREIRA, 2011).

Quando chegamos à idade adulta ainda utilizamos as formas de representação tanto ativa como iconicamente, bem como, simbolicamente. Por exemplo, sabemos como andar de bicicleta ou dar uma tacada em um jogo de bilhar, principalmente em termos sensoriais, em termos de nosso corpo - quer dizer, estas habilidades estão representadas em nossos músculos - e não tanto por meio de ícones e símbolos. Temos, portanto, segundo Bruner, pelo menos três modos distintos para representar, não só os efeitos de nossas experiências sensoriais, mas também nossos pensamentos (MOREIRA, 2011).

Como acima descrito, Bruner diferencia as fases de desenvolvimento intelectual de uma criança, sendo elas entendidas por um modo de observar as coisas ao seu redor, como uma ferramenta de adaptação e interação com o meio a sua volta. Bruner ressalta que mesmo que avancemos em direção as etapas mais evoluídas da vida, os modos de representação mais simples ainda estão a todo tempo sendo de grande valia. Um exemplo simples disso é um desenhista que, para fazer o desenho de um objeto, manuseia o mesmo, de modo que apalpar e ver diante de seus olhos o objeto o ajuda para depois representá-lo em papel ou tela.

A aprendizagem por descoberta entra exatamente nessa parte da teoria de ensino criada

por Bruner, em que ele defende que o que nos motiva para avançar de fase é, na realidade, a nossa pura curiosidade em descobrir o mundo ao nosso redor, sendo capazes de interagir com o externo de maneiras diferentes e mais elaboradas, de acordo como vamos realizando esse avanço interno.

A ideia de currículo em espiral parte do pressuposto de ensinar-se o mesmo conteúdo ou determinado assunto para o educando, apresentando-o de formas e, também, em níveis de aprofundamento diferentes, de acordo com o estágio de desenvolvimento em que o educando se encontra, para que a imagem do professor em um modelo de aprendizagem por descoberta seja uma imagem de orientador do processo de ensino, sendo que sua principal função é de não caotizar o sistema de ensino.

## VI.1. CARACTERÍSTICAS DE UMA TEORIA DE ENSINO

Bruner utiliza-se do argumento que as teorias psicológicas de aprendizagem e desenvolvimento são descritivas, enquanto que uma teoria de ensino deve, além de levar em conta tais teorias, ser prescritiva. Deve, principalmente, concentrar-se em como melhorar e agilizar o processo de aprendizagem, facilitar a transferência ou a recuperação de informações. Deve, também, estabelecer regras concernentes à melhor maneira de obter conhecimentos e técnicas. Bruner distingue quatro características principais de uma teoria de ensino, tais como: a predisposição para a aprendizagem, denominar um conjunto de conhecimentos, citar qual a sequência mais eficiente e, por fim, dedicar-se à identificação da natureza e na aplicação dos prêmios e punições (MOREIRA, 2011).

Segundo Bruner (2011, p. 85, *apud* MOREIRA, 2011):

Em primeiro lugar, deve-se apontar as experiências mais efetivas para implantar em um indivíduo a predisposição para a aprendizagem aprendizagem em geral, ou qualquer caso particular dela. Deve, em segundo lugar especificar como deve ser estruturado um conjunto de conhecimentos, para melhor ser apreendido pelo estudante. A estrutura ótima será constituída de uma série de proposições da qual poderá decorrer um conjunto de conhecimentos de maiores dimensões, sendo característica a dependência de sua formulação para com o grau de adiantamento do campo particular do conhecimento [...].

No terceiro lugar, uma teoria de ensino deverá citar qual a sequência ou ordem mais eficiente para apresentar as matérias a serem estudadas. Se alguém quer ensinar a estrutura da Física Moderna, como fazê-lo? Apresentando, inicialmente matérias concretas de maneira a despertar a curiosidade dos educandos sobre as regularidades decorrentes? Ou com uma notação matemática, formal, que facilitará a representação das regularidades a serem encontradas? Quais os resultados de cada método? E qual a mistura ideal? (MOREIRA, 2011).

De acordo com Bruner (2011, p. 86, *apud* MOREIRA, 2011):

Deve, finalmente uma teoria de instrução deter-se na natureza e na aplicação

dos prêmios e punções, e no processo de aprendizagem e ensino. Intuitivamente, parece claro que, com o progresso da aprendizagem, chega-se a um ponto em que é melhor abster-se de premiações extrínsecas como elogios do professor, em favor da recompensa intrínseca, inerente à solução de um problema complexo.

## VI.2. O PROGRAMA DA RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

O programa de Residência Pedagógica (RP) veio a nós como uma proposta para a elaboração do programa de estágio de uma maneira diferenciada, em que visa a aproximação do aluno licenciando com a prática diária da profissão de ser educador.

A RP traz uma proposta em que o aluno licenciando seja de qualquer matéria de ensino, tem como objetivo aproximar e facilitar a adaptação do aluno da Licenciatura com o cotidiano da profissão que o mesmo será habilitado. Tendo em vista que, por muitas vezes o processo de adaptação com o dia a dia da profissão da docência é algo dificultoso, trabalhoso e conturbado, pois o aluno recém-formado, por mais que domine a teoria, não possui experiências de curto e longo prazo com o público-alvo de suas atividades profissionais.

O Programa da Residência Pedagógica vem como um aliado aos futuros professores fazendo com que adquiram a experiência necessária para encarregar-se da dificultosa tarefa de despertar no aluno que frequenta as cadeiras de quaisquer que sejam os ambientes de ensino público, a emancipação intelectual, fazendo-o pensar e agir de maneira crítica na sociedade, de forma que o mesmo não apenas reproduza o conhecimento, mas o aplique em seu cotidiano promovendo a interação dos conhecimentos de senso comum e a ciência e a técnica, aprendida na escola.

## VI.3. ENSINO DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO

Nos últimos tempos os avanços tecnológicos e científicos têm despertado cada vez mais olhares atentos nos jovens, não somente à física em si, mas a atenção tem se voltado as ciências e seus campos de desenvolvimento em geral. Contudo, é preocupante a posição que a física tem tomado diante dos avanços: em vez de aproximar dos alunos a física moderna que em seu cotidiano é utilizada, mesmo que seja em chips de celulares ou até mesmo telas touchscreen (OLIVEIRA, VIANA, GERBASSI, 2007).

Um dos principais motivos para o afastamento do ensino de física moderna nas escolas, com certeza, é o quadro de defasagem do currículo atual de física e aquilo que o aluno é informado, pela mídia escrita e falada, sobre os avanços e descobertas científicas no campo da Física ao redor do globo (OLIVEIRA, VIANA, GERBASSI, 2007).

Durante as aulas de física é comum o aluno fazer questionamentos sobre matérias que o mesmo observou pelas grandes mídias e que, por serem mais atuais e intimamente ligados ao cotidiano do aluno, despertam o interesse de entender como aquilo funciona. A lacuna provocada por um currículo de física implica em uma prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do aluno. Isso faz com que ele não perceba a necessidade de estudo de algum conteúdo, que na maioria dos casos, é repassada em aulas resumidas

em cálculo de fórmulas e equações, excluindo o papel histórico, cultural e social que a física desempenha no mundo em que vivemos (OLIVEIRA, VIANA, GERBASSI, 2007).

O quadro da situação citada se agrava na medida em que o aluno vai se distanciando da física quando termina o Ensino Médio. Dessa forma, se encerra o contato formal do aluno com a física, e dos problemas encontrados nesse segmento de ensino, no que diz respeito a uma formação científica mais atual e presente no dia a dia (OLIVEIRA, VIANA, GERBASSI, 2007).

Por mais que seja necessário mostrar aos alunos uma situação palpável em que os mesmos teriam que aplicar seus conhecimentos aprendidos em sala para poder assim avaliá-los, há na ciência, principalmente na física, momentos em que nem sempre é possível fazer medições ou investigações diretas a fim de se conhecer o objeto de estudo com o máximo de precisão possível. Assim, faz-se necessário a utilização de ferramentas que façam análises e medições indiretas, como o caso da simulação computacional PhET sobre a Radiação de Corpos Negros, que foi desenvolvido para a exploração de forma mais visual os da Espectrometria dos Corpos Negros e a visualização do gráfico conhecido como Lei de Deslocamento de Wien (CAVALCANTE; PIFFER; NAKAMURA, 2001).

#### VI.4. O USO DAS TICS PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA

A sociedade moderna tem experienciado a cada dia novos avanços tecnológicos relacionados à tecnologia da informação. Computadores, tablets, smartphones, internet rápida, por exemplo, são alguns dos elementos mais comuns à grande e massiva maioria da sociedade, principalmente entre as pessoas mais jovens. Essas tecnologias foram se incorporando ao dia a dia das pessoas e hoje estão presentes nos mais diferentes locais que frequentamos: lares, lojas, carros, hospitais, aeroportos, etc. Como estudantes e professores, obviamente, fazem parte desta sociedade, também estão expostos a essa tecnologia e ao grande volume de informação na internet, faz-se necessário, então, refletir sobre a utilização e aplicação de todas estas novas ferramentas em sala de aula para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e consequentemente no ensino de física. E isso toma proporções ainda maiores aos pensarmos que a física é a ciência que fundamenta os princípios de funcionamento da grande maioria dessas tecnologias (SOARES, MORAES, OLIVEIRA 2015).

As tecnologias utilizadas em larga escala nos dias de hoje, estão de certa forma profundamente arraigadas ao desenvolvimento das crianças nas escolas, isto desde o maternal e pré-escola até o ensino médio e posteriormente o ensino superior, provando-se assim uma ferramenta versátil e de grande valia para o professor inserido atualmente em sala de aula. Tendo em vista que desde o surgimento das tecnologias ao dimensionamento e a larga diversificação de todos tipos de tecnologias, passou-se muito tempo legitimando a necessidade de uma abordagem valorizadora do caráter histórico do conhecimento humano. Técnicas que são consideradas relativamente novas surgem a cada momento e isso ocorre devido a soma e a articulação dos inúmeros conhecimentos humanos de áreas diversas. Cada época e contexto do tempo influenciam na elaboração de novos conhecimentos, funcionando assim, como um alicerce a elaboração de novas tecnologias (ATAÍDE; MESQUITA, 2014).

Partindo da premissa que a tecnologia é um produto da ciência juntamente com a engenharia que por sua vez engloba conceitos de instrumentos, métodos e técnicas que



em sua grande parte visam a resolução de um problema e/ou a criação de processos que facilitem a produção de algo ou o melhor desenvolvimento de uma tarefa, sendo assim cumpre dentro do Ensino e suas práticas um papel de reforçador das atividades docentes e auxiliador dos processos de aprendizagem, provando-se assim, por muitas vezes ser um instrumento poderoso nas mãos de professores e educadores em geral (SIGNIFICADOS, 2014).

A palavra Tecnologia tem sua origem no grego *tekhne* que significa técnica, arte, ofício, juntamente com o sufixo *logia* que significa estudo, portanto transladando para um entendimento de forma mais sucinta, tecnologia pode ser compreendida como um produto de estudos ou o estudo para produzir um algo, desse métodos e técnicas até tecnologias militares e as tecnologias da informação que serão a base para o desenvolvimento da metodologia do trabalho (SIGNIFICADOS, 2014).

Deste ponto de vista, podemos perceber que os caminhos trilhados pela educação no mundo sempre foram forte e diretamente influenciados pelas transformações socioeconômicas das sociedades. Desta maneira, nota-se que o crescente uso das tecnologias trouxe, bem ou mal, novas possibilidades de interação, comunicação e aprendizagem. Um dos pontos que são fundamentais para a construção do conhecimento humano é a relação deste com seu semelhante, à medida que seu caráter distintivo é historicamente localizado e construído (ATAÍDE; MESQUITA, 2014).

Em meio ao caminho da evolução humana, o desenvolvimento complexo do cérebro, com sua gigantesca quantidade de conexões sinápticas, deu condições ao indivíduo de ter uma incrível capacidade de negligenciar alguns aspectos da realidade imaginando um novo mundo, completamente sujeito a novas regras e novos valores específicos. Entende-se que cada ser humano em seu caráter subjetivo é fruto de influências ambientais diversas e isso faz com que exista uma singularidade nas referidas conexões sinápticas e, conseqüentemente, no potencial de abstração e também de aprendizagem (ATAÍDE; MESQUITA, 2014).

O que torna a imaginação diferenciada contemporaneamente é que graças à variada disponibilidade das tecnologias, novas realidades podem ser construídas, como por exemplo a realidade das comunidades virtuais (DUART; SANGRÀ, 2000 *apud* ATAÍDE; MESQUITA, 2014). De modo geral, os ambientes virtuais exibem condições para que os indivíduos possam se comunicar incorporando aspectos educacionais, culturais e profissionais- de maneira assíncronica, não havendo a necessidade de estar simultaneamente no mesmo tempo e espaço (ATAÍDE; MESQUITA, 2014).

O palco de debates envolvendo as tecnologias no processo de ensino e aprendizagem conta com um suporte teórico rico e muito bem estruturado. Entretanto, existem algumas lacunas que devem ser preenchidas ainda no que diz respeito a distancia entre tantos estudos teóricos e sua aplicabilidade em meio ao processo. Todavia isso não significa que tais construções acadêmicas não possuam um nível significativo de representatividade do contexto educacional, mas sim, que existem óbices de cunho político e econômico que devem ser desvelados e, por fim, suprimidos (BUARQUE, 1997 *apud* ATAÍDE; MESQUITA, 2014.)

Ainda que o advento e evolução do computador tenham revolucionado o modo, se desenvolvem as pesquisas científicas tanto nas mais diversas áreas como na própria Física, os modos de ensinar os novos conhecimentos dentro da sala de aula não sofreram alteração, e por fim, não acompanharam o desenvolvimento da ciência, sendo assim, apesar destas

contestações terem mais de duas décadas, sua validação ainda sim é muito forte e apresenta na maioria das instituições públicas de ensino (WILSON; REDISH, 1989 *apud* SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015).

Ataíde e Mesquita (2014 *apud* SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015), relatam que a distância entre a realidade dos jovens e aquela constatada no mundo da escola, no que se refere ao uso e aplicação das tecnologias da informação, sendo elas das mais diversas, ainda é extremamente grande, e muito pouco tem sido feito no sentido de reduzir tais distâncias.

Os computadores e as tecnologias da informação devem surgir no horizonte das ferramentas dos professores e nos processos de ensino de física como uma ferramenta principalmente no auxílio de demonstrações de experiências que eventualmente não possam ser realizadas no laboratório da escola ou na ausência deste, deve-se também ater a resolução de problemas produção de textos e hipertextos, aquisições de dados e, simulações computacionais ou até mesmo cálculo de tabelas e discriminação de dados em movimentos (SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015).

Em outros termos, o computador, em companhia dos seus aplicativos, pode ser inserido na sala de aula como uma complementação do processo de ensino e como uma ferramenta para auxiliar o professor. Recursos tecnológicos têm surgido e sido utilizados para aprimorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem, especialmente em física, onde os estudantes podem visualizar o que estão estudando, e assim, assimilar melhor os conteúdos trabalhados (SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015).

Atualmente o conhecimento trilha um caminho em que leva a um processo de aprendizado, onde os envolvidos possuem iguais oportunidades de acesso à informação, desse modo é fundamental que o processo de ensinar física se alinhe a realidade das novas tecnologias da informação, incorporando-as em seus procedimentos em sala de aula e fora dela também (SOARES; MORAES; OLIVEIRA, 2015).

## VII. SIMULAÇÕES DE FENÔMENOS FÍSICOS NO ENSINO MÉDIO

A humanidade passa por um século muito movimentado em relação as tecnologias novas que vão surgindo e cada vez mais são presentes em nosso dia a dia. Diante deste contexto, a informação e a comunicação alcançaram um plano fundamental na vida dos indivíduos, onde, no mundo contemporâneo, cada vez mais as decisões políticas mais influentes tendem a girar em torno de problemas e questões relacionadas direta ou indiretamente ao processo tecnológico e ao conhecimento científico (BRASIL, 2002, *apud* MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE 2012).

Nesta orientação o domínio deste conhecimento tecnológico citado anteriormente constitui componente muito importante não somente para a construção de uma visão de mundo adequada mas também para o livre exercício da cidadania. Assim, é indispensável que a escola e o ambiente de ensino-aprendizagem acompanhe a evolução tecnológica e consiga, de alguma maneira, tirar o máximo de proveito dos benefícios que esta é capaz de proporcionar (BRASIL 2002, *apud* MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012).

Portanto, há neste caso uma moeda de duas faces distintas: se de um lado temos um aluno atraído ou até mesmo seduzido pelas tecnologias, do outro lado, temos um professor e suas inúmeras dificuldades em acompanhar o processo tecnológico evolutivo. Desta forma,

se tivermos um professor com boa formação superior e uma forte formação continuada este terá pouca dificuldade em acompanhar o processo. Diante disto, percebemos a necessidade de investimento na formação de educadores, bem como na informatização das escolas da rede pública de ensino bem como atualização das que já estão informatizadas, de modo que, a mesma não fique obsoleta ao passar do tempo (MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012).

Freitas Filho (*apud* MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012), ressalta que, uma animação consiste em empregar técnicas matemáticas em computadores com o propósito de imitar ou até mesmo igualar a um fenômeno físico por meio da modelagem matemática do processo. Para construir uma animação ou simulação é necessário desenvolver um modelo computacional para aquilo que será simulado. Detalhe que uma simulação compreende uma animação, sendo desenvolvida de forma mais abrangente, pois permite ao aluno/educando que não somente manipule o evento, mas também, que o conheça e possa modificá-lo e suas relações entre as grandezas físicas.

Os professores de física dentro da realidade das salas de aula sofrem com inúmeros problemas, principalmente quando tentam explicar aos seus alunos um fenômeno físico de maior complexidade (MACÊDO, 2009). A maioria destes problemas ocorre por que os fenômenos abstratos são demasiadamente complexos de serem imaginados somente por meio de palavras e gestos, ou complicados demais para serem apresentados por meio de imagens. As simulações, por outro lado, possibilitam aos alunos em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias, anos e décadas em tempo real, além de permitir ao mesmo a repetição de tal fenômeno sempre que o desejar (MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012).

Dentro do campo do ensino de física existem varias aplicações das simulações computacionais, que vão dos mais simples contextos de demonstração até propostas de iniciação científica, podendo o professor propor atividades nas quais os alunos deveriam identificar lacunas e deparar-se com situações-problema e após isto desenvolverem os mesmos uma hipótese para a explicação do fenômeno decidindo assim o melhor método de aquisição de dados e no caso das hipóteses não serem comprovadas, deverá caber ao professor o remanejamento da situação-problema (MACÊDO; DICKMANN; ANDRADE, 2012).

### VIII. O *PhET Interactive Simulations*

De acordo com Wiemann (PHET, 2019), fundador da *PhET Interactive Simulations*, o PhET oferece simulações matemáticas e de ciências de forma intuitiva e igualmente atrativa aos alunos, de forma que o mesmo se sinta motivado a desenvolver o conhecimento e assim sendo possível a assimilação mais efetiva do conteúdo. Os softwares desenvolvidos pela PhET são testados e avaliados pela organização de forma intensiva e extensiva para assegurar que a simulação tenha eficácia educacional, testes estes que incluem a entrevista com estudantes e observação em sala de aula. As simulações são escritas em JAVA ou HTML5, e podem ser executadas tanto on-line como off-line. A melhor parte disso é que todas as simulações desenvolvidas pela organização são disponibilizadas de forma gratuita e de código aberto.

## IX. RESULTADOS

### IX.1. DOCÊNCIA

Na primeira Aula, no dia 05/09/2019 se deu a introdução ao assunto do Magnetismo e com objetivo geral de apresentar aos alunos os conceitos gerais e iniciais do magnetismo, permeando por conceitos como a polarização dos ímãs bem como sua inseparabilidade, explanação da ideia de que a Terra é um ímã gigantesco também com polos magnéticos, conceituação do processo de imantação, diferenciação das substâncias magnéticas, bem como suas características principais e, por fim, constatar a importância do experimento de Oersted para o início do Eletromagnetismo.

Foi apresentado aos alunos a primeira animação proveniente do *PhET Interactive Simulations*, onde era desenvolvido um exemplo de ímã com seus respectivos polos assinalados e as linhas do campo magnéticos visíveis. Nesta simulação podia-se mover o ímã e observar o comportamento de uma bússola localizada na tela, podendo também movimentar a bússola. Em outra situação também apresentada pela mesma simulação poderia transformar o ímã no planeta terra mostrando assim a incidência do campo magnético na bússola, bem como a ideia da inversão dos polos magnéticos em relação aos polos geográficos.

Ainda se discutiu a teoria do dínamo, sendo esta a principal teoria de explicação para o campo magnético terrestre, que consiste na rotação do núcleo sólido da terra e atrito com o manto criando-se assim um campo magnético. Por fim foi aplicada aos alunos uma lista de exercícios.

Na aula 2, dia 12/09/2019, com o tema campo magnético gerado por condutores elétricos. Foram apresentados os conceitos iniciais do eletromagnetismo, como a formação de um campo magnético ao redor de um condutor elétrico atravessado por uma corrente elétrica, bem como demonstrado como calcular sua intensidade e orientação pela aplicação da Regra da Mão Direita.

Na aula 3, realizada no dia 19/09/2019, os assuntos foram campos magnéticos gerados pelas diferentes geometrias de condutores, sendo elas: a espira circular e o solenoide.

Inicialmente foi demonstrado a geometria de como se formaria um campo magnético em uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica nos dois sentidos, ensinando-os a descobrir a orientação do vetor campo magnético com a Regra da Mão Direita, bem como a notação a ser utilizada para representá-la. Logo após foi demonstrado a formação de um campo magnético no solenoide condutor de eletricidade.

Nos dois casos foi apresentado aos alunos a maneira de se calcular a intensidade do campo magnético nas duas geometrias de condutores, utilizando a constante da permeabilidade magnética do vácuo em todos os casos.

Na aula 4, no dia 17/10/2019, foi realizada uma aula de apanhamento geral do conteúdo, desenvolvendo novamente as explicações sobre o magnetismo e os ímãs, passando pelo experimento de Oersted e os campos magnéticos produzidos pelas diferentes geometrias de condutores elétricos.

A aula contou com a escolha de determinados exercícios da lista de revisão para a entrega na data da prova com o valor de 2 pontos na nota da prova, como forma de incentivo para que o aluno buscasse realizar a resolução dos problemas por si mesmo.

Na aula 5, no dia 24/10/2019, foi aplicada uma avaliação escrita para os alunos. Em um primeiro momento foi realizada uma rápida revisão do conteúdo, logo após foi informado a realização da avaliação em que seria possível a utilização das questões que haviam sido combinadas para entrega valendo pontuação na prova.

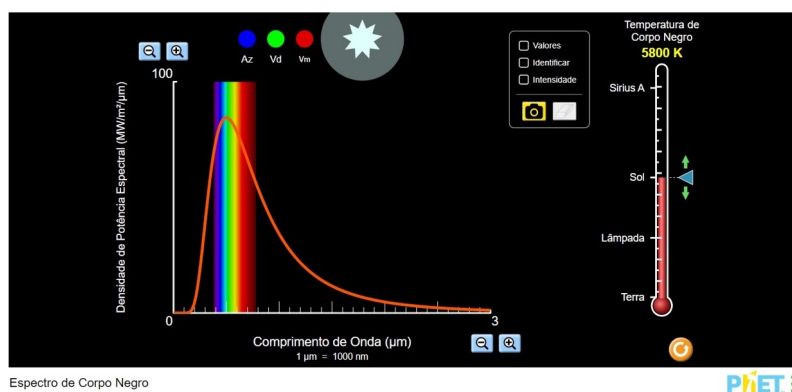
Na aula 6, do dia 28/10/2019, foi dado início ao conteúdo de Introdução a Mecânica Quântica. Foi realizada um pequeno apanhado sobre a desenvoltura dos alunos na avaliação escrita em forma de diálogo com os mesmos, porém ainda não tinham conhecimento sobre suas notas o que revelou bastante preocupação por parte de alguns alunos.

Nesta aula de preparo teórico foram englobados os conceitos teóricos sobre a radiação térmica de corpos quentes, aplicar conceitos sobre comprimentos de onda e espectro visível, relembrar alguns conceitos de equilíbrio térmico, introdução conceitual da ideia de corpo negro, bem como a curva espectral da Radiação de um corpo negro e os conhecimentos sobre a Lei de Deslocamento de Wien que posteriormente viria a ser o objeto de estudo principal dos estudos e da oficina.

Na Aula 7, do dia 07/11/2019, foi desenvolvida uma recuperação paralela da avaliação pois alguns alunos apresentavam notas baixas. Junto ao professor regente foi desenvolvido um questionário com questões quantitativas abertas e de múltipla escolha para os alunos responderem na aula e entregarem. A recuperação foi em dupla e com consulta.

## X. A OFICINA

O objeto de estudo da Oficina Didática foi o chamado Deslocamento de Wien, como na figura 1, que em suma é um gráfico de espectrometria de um corpo aquecido que emite radiação térmica em determinadas faixas de comprimento de onda e isso varia de acordo com a temperatura do corpo.



**Figura 1:** Distribuição espectral de radiação emitida por um corpo negro.  
Fonte: O Autor (2019).

Este gráfico pode ser utilizado para demonstrar vários conceitos para os alunos, como por exemplo, a diferenciação de cores das estrelas de acordo com suas temperaturas, sendo que essa visualização é bem expressiva na animação escolhida. A Lei de Deslocamento de Wien demonstra que quanto maior a temperatura do corpo é, mais para a esquerda o

pico do gráfico se desloca, mostrando assim de forma bem visível alguns fenômenos que os Corpos Negros sofrem no âmbito da espectrometria.

No início da referida aula os alunos foram levados para o laboratório da Informática e foi lhes mostrado aonde conseguir o objeto de estudo da oficina, a animação do site PhET Simulations (Figura 2). Após mostrar a eles onde acessarem a simulação foi lhes dito para que baixassem e a abrissem. Para iniciar a oficina os alunos foram distribuídos em duplas e trios (Figura 2), a fim de responderem os questionários.



**Figura 2:** *Distribuição espectral de radiação emitida por um corpo negro.*  
Fonte: O Autor (2019).

Durante a aula que foi ministrada os alunos tiveram algumas dificuldades com a simulação, tais como quando mexemos no gráfico o ponto mostrado na curva de Wien é sempre mostrado no pico, porém é deslocável sendo que se fizermos esse deslocamento os valores serão alterados.

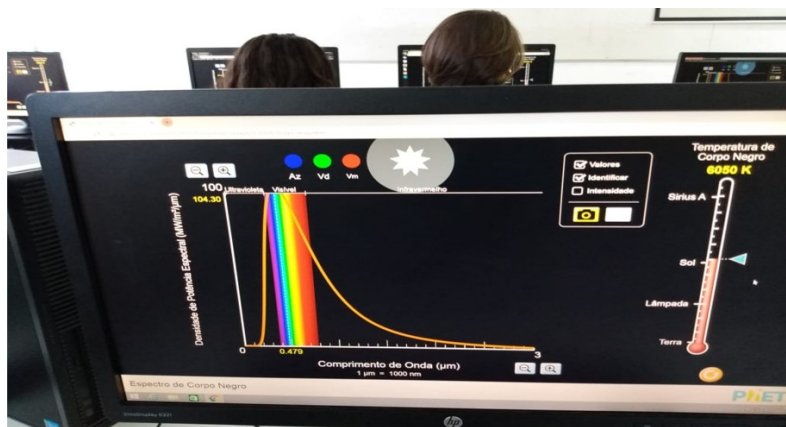
O questionário entregue aos alunos, era composto por questões de múltipla escolha e abertas descritivas com base no que estava sendo mostrado na tela do computador (Figura 3). Os alunos quando questionados relataram que não tinham problemas com a pequena simulação e que esta era fácil de se entender.



**Figura 3:** Turma antes de receberem os questionários.  
 Fonte: O Autor (2019).

Durante a aula que foi ministrada os alunos tiveram algumas dificuldades com a simulação, tais como quando mexemos no gráfico o ponto mostrado na curva de Wien é sempre mostrado no pico, porém é deslocável sendo que se fizermos esse deslocamento os valores serão alterados.

O questionário entregue aos alunos, era composto por questões de múltipla escolha e abertas descritivas com base no que estava sendo mostrado na tela do computador (Figura 3). Os alunos quando questionados relataram que não tinham problemas com a pequena simulação e que esta era fácil de se entender.



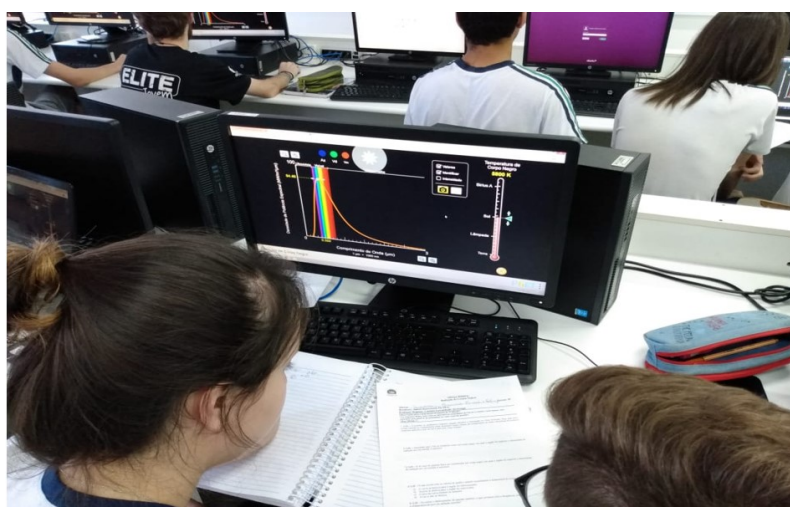
**Figura 4:** Visualização da Simulação no computador do aluno.  
 Fonte: O Autor (2019).

A praticidade e o ambiente que é disponibilizado na simulação é justamente um dos maiores motivos por ter adotado este método de avaliação da oficina. Dito isto, podemos atrelá-lo diretamente com o referencial teórico no sentido de que, o ambiente virtual de simulação propicia ao educando um ambiente seguro para o desenvolvimento e construção dos conceitos e conhecimentos dos alunos.

Bruner defende que podemos ensinar a qualquer pessoa qualquer coisa desde que

sejamos honestos com a etapa de desenvolvimento cognitivo do educando. Na ocasião a simulação do PhET chegou como uma solução para poder aproximar o máximo possível desta honestidade proposta por Bruner, de modo que, os conceitos de Física Moderna, tais como o objeto de estudo da oficina tornassem-se mais visuais e interativos, sem contar que os mesmos poderiam ser alterados de acordo com a vontade do aluno, sendo possível também o aluno repetir a simulação quantas vezes lhe for necessário para o entendimento do fenômeno físico.

A partir do momento em que receberam os questionários foi instruído aos alunos sobre a interface da simulação de modo que compreendessem as variáveis disponíveis para a resolução do questionário e bom desenvolvimento da oficina didática como pode-se verificar na figura 4.



**Figura 5:** Alunos desenvolvendo a oficina juntamente com a simulação.  
*Fonte: O Autor (2019).*

Os critérios levados em consideração na avaliação da oficina, foram o interesse e a participação dos alunos no desenvolvimento da explicação do conteúdo e da interface da simulação bem como critérios quantitativos na resolução do questionário. Deste modo, foi feita uma avaliação não meramente quantitativa mas um misto de qualitativa e quantitativa, sendo assim possível a aproximação do residente a realidade de conhecimento em que o aluno se encontra, para que, deste modo o processo de ensino-aprendizagem ocorra com o máximo de proveito possível. Quanto aos resultados obtidos da turma, em termos de notas, foram obtidas notas altas em sua maioria, revelando assim um bom entendimento do conteúdo.

## XI. CONSIDERAÇÕES

O objetivo principal deste trabalho foi utilizar uma ferramenta relativamente nova dentro do ensino da física moderna, tentando sair dos métodos mais tradicionais como um mero modelo matemático proposto no quadro da sala de aula ou uma animação que, por muitas vezes, não preenche certas lacunas no mapa intelectual do aluno, pois são de recursos



limitados mas sim, trazê-los para uma ferramenta com mais interação entre o sujeito e o meio em que os mesmos agiam, proporcionando desta maneira um ambiente em que era maleável em situações diferentes com relação a Espectrometria de Corpos Negros.

Foi possível perceber um melhor entendimento dos alunos a partir do momento que os mesmos tiveram contato com a Simulação PhET Espectro de Corpo Negro. A melhora foi notada na diferença de interação dos alunos com o residente presente na aula, sendo assim notável o visível maior interesse dos alunos por tratar-se de um fenômeno que na ocasião era maleável para os alunos.

A respeito do questionário que foram desenvolvidos, é possível afirmar que o mesmo, embora desenvolvidos de maneira simples e direta, foi de grande valia para identificar as possíveis falhas na explicação do residente e avaliação geral da oficina aplicada, de forma que a partir do *feedback* por eles proporcionado, a utilização da ferramenta será aprimorada em trabalhos futuros, sempre buscando proporcionar aos alunos um ambiente confortável que os incentive a aprofundar-se nos assuntos tratados.

Em referência ao período e ao estágio em si, é possível afirmar que o mesmo foi de grande valia para todos os participantes de forma direta ou indiretamente do programa, tanto da Residência Pedagógica quanto do Estágio Obrigatório, pois foi construído e consolidado um conhecimento de como é a realidade da profissão docente em casos reais dentro da sala de aula, sendo assim um importante passo no início da carreira docente.

## REFERÊNCIAS

ATAÍDE, Jefferson Fagundes; MESQUITA, Nyuara Araújo da Silva. O Arborecer das TIC na Educação: da raiz aos ramos mais recentes. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, São Paulo, ano 1, v. 7, ed. 1, p. 1-25, 1 jan. 2014. DOI 10.3895/S1982-873X2014000100005. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/bitstream/handle/ri/16207/Artigo%20%20Jefferson%20Fagundes%20Ata%20-%202014.pdf?sequence=5&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; PIFFER, Anderson; NAKAMURA, Patrícia. O Uso da Internet na Compreensão de Temas de Física Moderna para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 2001.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, São Paulo, v. 29, ed. 1, p. 562-613, 2012. DOI 2175-7941.2012v29nesp1p562. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/22108>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria de ensino de Bruner. In: MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2011.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira De; VIANA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. Física

Moderna No Ensino Médio: o que dizem os professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 2007.

SIGNIFICADOS. Significado de Tecnologia: O que é Tecnologia. In: *Significado de Tecnologia: O que é Tecnologia*. São Paulo: Significados, 2014. Disponível em:<<https://www.significados.com.br/tecnologia-2/>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

SOARES, Antônio Augusto; MORAES, Letícia Estevão; OLIVEIRA, Franciéle Gonçalves. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos.  *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, São Paulo, v. 32, ed. 3, p. 915-933, 2015. DOI 10.5007/2175-7941.2015v32n3p915. Disponível em:<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p915>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

---