

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA MODALIDADE EaD

ANDRÉ LUÍS RODRIGUES MATHIAS

**METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE
FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: Uma proposta de intervenção com o uso do PhET**

São Luís – **MA**

ANDRÉ LUÍS RODRIGUES MATHIAS

**METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE
FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: Uma proposta de intervenção com o uso do PhET**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Física modalidade EaD da Universidade
Federal do Maranhão para obtenção do grau
de Licenciado em Física

Orientador: Prof. Dr. Edson Firmino Viana de
Carvalho

São Luís – MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Mathias, andre luis rodrigues mathias.

METODOLOGIAS ATIVAS APLICADA A APRENDIZAGEM DE
CONCEITOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: Uma proposta de
intervenção com o uso do PhET / andre luis rodrigues
mathias Mathias. - 2022.

51 p.

Orientador(a): Edson Firmino Viana de Carvalho
Carvalho.

Monografia (Graduação) - Curso de Física, Universidade
Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

1. Ensino de Física. 2. Metodologias Ativas. 3.
Plataforma PhET. Sequência investigativa. I. Carvalho,
Edson Firmino Viana de Carvalho. II. Título.

ANDRÉ LUÍS RODRIGUES MATHIAS

METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: Uma proposta de intervenção com o uso do PhET

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Física modalidade EaD da Universidade
Federal do Maranhão para obtenção do grau
de Licenciado em Física.

Aprovada em 14 / 02 / 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edson Firmino Viana de Carvalho (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Madson Rúbem Oliveira Silva
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Me. Pedro Alves Fontes Neto
Instituto Federal do Maranhão

Dedico à Deus, meu baluarte, a minha esposa
Suelma Lôbo Mathias e aos meus filhos Luis André e
João Luis.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pelo dom da vida e por sua infinita misericórdia em ter me concedido saúde durante os dias difíceis para continuar seguindo em busca dos meus objetivos.

A minha família, por toda ajuda, ensinamento, confiança e apoio que sempre depositaram em mim para que eu pudesse realizar os meus sonhos.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho, especialmente meu orientador Edson Firmino.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento ao Curso de Licenciatura em Física Modalidade a Distância da UFMA.

Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.

Issac Newton

RESUMO

Quando falamos de evolução no meio educacional estamos nos referindo principalmente ao papel das metodologias ativas, que tem como filosofia a quebra do tradicionalismo em sala de aula, em que estudante assume a responsabilidade por sua aprendizagem. Neste trabalho realizamos uma revisão bibliográfica sobre alguns tipos de metodologias ativas e exploramos a plataforma virtual PhET e suas potencialidades para simulações interativas em sala de aula de Física para o Ensino Médio. Em seguida integramos dois tipos de metodologias ativas com as aulas de laboratório *online* do PhET em uma proposta de sequência de ensino investigativa. Nossa proposta preocupa-se com a possibilidade dos alunos interagirem entre si e manipularem várias práticas de fenômenos previamente explorados por meio da sala de aula invertida e do ensino híbrido, para que posteriormente possam associar a teoria aprendida com os aspectos de seu cotidiano. O trabalho desenvolvido fica como sugestão de aplicação futura nas aulas de Física, com o intuito de cada vez mais melhorar o compromisso de educar.

Palavras chave: Metodologia ativas. Ensino de Física. Plataforma PhET. Sequência de ensino investigativa.

ABSTRACT

When it comes to evolution in the educational environment, we are referring mainly to the role of spoken methodologies, whose philosophy is to break traditionalism in the classroom, in which students assume responsibility for their learning. In this work, we carried out a literature review on some types of active methodologies and explored the PhET virtual platform and its potential for practical activities in Physics classes for High School. We then integrated two types of active methodologies with PhET's online lab classes into a proposed investigative teaching sequence. Our proposal is concerned with the possibility of students interacting with each other and manipulating various teaching practices previously explored through the flipped classroom and blended learning, so that they can later associate the theory learned with aspects of their blended learning. The work developed is a suggestion for future application in physics classes, with the aim of increasingly improving the commitment to educate beyond knowledge.

Keywords: Active methodology. Physics Teaching. PhET Platform. Investigative teaching sequence.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

ENEM – Exame Nacional de Ensino Médio

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PhET- Physics Education Technology Project

DTIC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

TEAL -*Technology Enhanced Active Learning* (Aprendizagem Ativa Aprimorada por Tecnologia)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Modelos de ensino híbrido – Instituto Clayton Christensen	24
Figura 2- O modelo de rotação por estações.....	25
Figura 3- O modelo laboratório rotacional	25
Figura 4- O modelo de rotação individual.	26
Figura 5- O modelo sala de aula invertida.	29
Figura 6- Métodos de engajamento ativo versus ensino tradicional na melhoria do entendimento de conceitos de física básica.	33
Figura 7- Sala TEAL/estúdio de Física no MIT	34
Figura 8- Simulador para prática de capacitor, capacitância e circuitos.	37
Figura 9- Simulador de força gravitacional.	37
Figura 10- Simulador de espectro de radiação de corpo negro.	38
Figura 11- Simulador de energia e trabalho	39
Figura 12- Simulador de formas de energia	41
Figura 13- Simulador de transformação de energia	41
Figura 14- Simulador de transformação de energia mecânica.	41
Figura 15- Simulador de transformação de energia solar.	42
Figura 16- Simulador de ondas	43
Figura 17- Simulador de ondas	43
Figura 18- Simulador de ondas	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Conceitualização das fases da sequência investigativa.	48
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO ATUAL	17
3	METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM	20
3.1	Ensino Híbrido	22
3.2	Sala de aula invertida	28
4	METOLOGIAS ATIVAS APLICADAS AO ENSINO DA FÍSICA	32
4.1	Referencial prático	32
4.2	Proposta de intervenção	35
4.3	Uma proposta de sequência didática investigativa	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

Muitas mudanças aconteceram na sociedade no âmbito político, social e econômico. Essas mudanças devem principalmente à globalização e a cada vez mais presente utilização da tecnologia para resolver problemas do nosso dia a dia. Neste sentido, essa participação da tecnologia impulsionou muitos educadores a desenvolverem práticas educacionais que acompanhassem a velocidade com que essas mudanças acontecem. É justamente aí que entra o protagonismo das metodologias ativas. Pois, as inovações nos métodos de transferência de ensino e aprendizagem tem se tornado constantes, sendo elas através de ferramentas, técnicas e metodologias educacionais. A sala de aula com encontros somente presenciais, em que o professor é o protagonista e os alunos meros espectadores, têm sido substituídas por aulas, por exemplo, remotas e o professor como mediador, atribuindo ao estudante o papel de agente ativo de sua aprendizagem e porque não de sua formação. Moran, Masetto e Behrens (2015) afirmam que o uso de tecnologia no ensino e aprendizagem potencializa o interesse do aluno no conteúdo.

Ainda nesse contexto da aplicação de metodologias ativas no ambiente de sala de aula, sendo ela presencial ou virtual, o ensino e aprendizagem dos conceitos de Física não tem fugido à regra. Por se tratar de uma ciência experimental, isto é, que a aprendizagem de seus conceitos esteja sempre associada às práticas que comprovem a existência de determinado fenômeno, tem-se desenvolvido, como alternativa à prática de laboratório, experimentos guiados remotamente e produzidos com materiais alternativos ou mesmo simuladores. Essa preocupação em desenvolver métodos alternativos é justificada pela carência de experimentos e laboratórios adequados em muitas escolas da rede pública de ensino ou por ser um incentivo a uma aprendizagem multidisciplinar que prega a autonomia e busca de conhecimento, como observado em projetos de recursos educacionais fechados como os laboratórios makers e abertos como o de simuladores interativos, por exemplo, o PhET (*do inglês, Physics Education Technology*).

O PhET *Interactive Simulations* é um projeto educacional do professor Carl Wieman, laureado físico estadunidense da Universidade do Colorado ganhador de muitos prêmios dentre eles o Nobel de Física de 2001 pela criação experimental do condensado de Bose-Einstein, de laboratório virtual que possui muitas simulações de

experiências científicas nas áreas de Física, Química, Matemática, Ciência da Terra e Biologia.

Já as metodologias ativas se propõem a tornar os estudantes protagonistas de sua aprendizagem por meio de métodos e técnicas que desenvolvam a interação entre eles e com o professor. São exemplos de metodologias ativas a pirâmide de aprendizado, situações problema, desenvolvimento de projetos, ensino híbrido, gamificação, estudo de caso e sala de aula invertida.

Neste trabalho nos propomos em fazer uma revisão bibliográfica sobre dois tipos de metodologias ativas aplicadas para o ensino e aprendizagem dos conceitos de Física com o objeto central de propor uma sequência de ensino investigativa. As metodologias escolhidas para tratarmos foram a sala de aula invertida (do inglês, *flipped classroom*) e o ensino híbrido (do inglês, *blended learning*), utilizando o laboratório virtual PhET como ferramenta de ensino dentro deste contexto. Portanto, apresentaremos uma discussão sobre a importância do uso de metodologias ativas no ensino e aprendizagem de conceitos de Física no ensino básico, tendo como objetivo principal propor a aplicação do PhET como ferramenta para desenvolvimento de metodologias ativas no ensino de física nas escolas do ensino médio.

Para tornar possível o objetivo citado, elaboramos uma sequência de objetivos específicos, são eles:

- Conceituar o que sejam as metodologias ativas;
- Enfatizar a importância do uso de metodologias ativas como instrumento de ensino e aprendizagem;
- Propor o PhET como uma ferramenta auxiliadora para o ensino e aprendizagem na Física;
- Propor uma sequência de atividades investigativa como prática pedagógica.

O capítulo 2 deste trabalho trata de uma breve revisão bibliográfica sobre o ensino de física tendo como base documentos norteadores. No capítulo 3 conceituamos e destacamos alguns tipos de metodologias ativas. Na sequência, capítulo 4, apresentamos algumas simulações encontradas no PhET e descremos os principais aspectos a serem explorados pelo professor durante suas aulas. Ainda nesta seção apresentamos nossa proposta de sequência investigativa a ser utilizada

pelo professor. Por fim, reservamos para o último capítulo nossas principais conclusões e expectativas.

2 O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO ATUAL

A partir dos documentos oficiais que norteiam a educação básica, pode-se compreender como deve ser executada esta etapa de ensino e suas finalidades, destaca-se aqui o artigo 35, inciso IV da LDB, referente ao ensino médio, que trata sobre “ a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996), isto é, entender o quão importante, pode-se dizer primordial, a relevância do processo de ensino e aprendizagem para que haja efetividade desta relação entre a teoria e a prática no contexto educacional, pois o que se observa é a falta de uma atualização e adequação quando se refere ao ensino de Física ao concepção prevista. Nesta perspectiva, Costa e Barros fazem o seguinte argumento:

O ensino das ciências físicas e naturais no país está fortemente influenciado pela(o) ausência da prática experimental, dependência excessiva do livro didático, método expositivo, reduzido número de aulas, currículo desatualizado e descontextualizado e profissionalização insuficiente do professor (PEDRISA, 2001; DIOGO; GOBARA, 2007 *apud* COSTA; BARROS, 2015, p. 10981).

O que ainda se pode observar, mesmo com todas as alterações nas leis educacionais e tecnologia que permeia o dia a dia fora da escola, é que o ensino da Física ainda está muito enraizado em métodos obsoletos, isto vai deste a prática em sala de aula e perpassa à formação, seja inicial ou continuada, dos professores, pois entendendo

... com frequência os professores iniciantes e o desenvolvimento profissional oferecido aos professores mais experientes priorizam o ensino e não a aprendizagem. A atenção precisa se deslocar de como ensinar para como aprender, e apenas depois que os professores forem capazes de compreender como os alunos aprendem é que eles podem tomar decisões a respeito de como ensinar. (HATTIE, 2017, p. 91)

Assim, a prática de somente ensinar sem o foco em como o estudante poderá aprender é dita como tradicional e reflete em alunos desinteressados e desmotivados com o conteúdo, justamente por eles não conseguirem fazer conexões do dia a dia com a Física, levando-os a rotular a disciplina como meramente de cálculos e fórmulas.

Para mudar esta realidade do ensino de Física não existe modelos prontos e unificados, pois deve-se considerar toda extensão e diversificação dos atores envolvidos, principalmente docentes e discentes. Por isso, muitas pesquisas na área

da educação e mudanças nos próprios documentos oficiais da educação como LDB, PCNEM, PCN+, BNCC, entre outros, têm incentivado o desenvolvimento de projetos e ações norteadoras para uma tomada de decisões rumo ao que se pode chamar de mudanças significativas no ensino de Física. Se fizermos uma análise do contexto atual, nada mais justo do que repensar todo o processo, visto que, “é preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada” como orienta os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 2000, p.23), contextualizando o que é ensinado, partir do abstrato para o concreto, executar a aplicabilidade no tripé: ciência, tecnologia e sociedade, além de trabalhar a interdisciplinariedade, fazendo com que estes nortes tenham um significado e intenção.

As competências e habilidades elencadas nos PCNEMs (2002) são a compreensão e investigação, representação e comunicação e contextualização sociocultural em Física, contemplam e resumem tudo que se almeja para uma formação integral do sujeito, ou seja, uma formação que vai além da simples preocupação com o repassar de informações, uma formação para a vida, diga-se de passagem, o conhecimento da Física que tenha utilidade para além de avaliações, notas, exames e até mesmo do ENEM.

Para o cenário atual é importante mencionar também, que o contexto que as crianças e jovens estão vivenciando, a preparação que se almeja vai muito além do que conhecimento e informação, daí estender a necessidade de se trabalhar além das competências e habilidades cognitivas, ou seja, trabalhar também as habilidades e competências socioemocionais no contexto educacional, pois

As competências e habilidades socioemocionais/não- cognitivas, como perseverança, autocontrole, motivação e capacidade de trabalhar em grupo (colaboração) têm sido tratadas como habilidades que devem se expandir para o pleno desenvolvimento de jovens e crianças e para promoção do sucesso individual dos estudantes (RODRIGUES, 2015 *apud* SCHMITZ, 2016, p.57)

Agora percorrer este caminho não é fácil pois é preciso uma atenção pelas competências ao longo de todo o processo, entendendo que

[...] a discussão sobre as competências e os conhecimentos a serem promovidos não deveria ocorrer dissociada das estratégias de ensino e aprendizagem desejadas, na medida em que são essas mesmas estratégias

que expressam, de forma bem mais concreta, o que se deseja promover. (PCN+, 2002, p. 82)

Assim, todo processo tem que ter uma conectividade para que ocorra e não é preciso partir do patamar zero para mudar esta realidade do ensino da Física que acontece na maioria das escolas, pois existem possibilidades e experiências exitosas, como é o caso das metodologias ativas, que podem e devem ser compartilhadas e caso precise ser adaptadas ao interesse local, tudo envolvendo formação, informação e planejamento e através dessas metodologias ativas trabalhar esta mudança no cenário existente no processo de ensino aprendizagem da Física.

3 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

Antes de entender o que são metodologias ativas é interessante definir o que é metodologia e estender este conceito ao de metodologia na prática pedagógica, ou seja, no processo de ensino e aprendizagem, denominada de metodologia do ensino.

O termo metodologia,

advem de **methodos**, que significa **meta** (objetivo, finalidade) e **hodos** (caminho, intermediação), isto é, o caminho para se atingir um objetivo. Por sua vez, **logia** quer dizer conhecimento, estudo. Assim, metodologia significaria o estudo dos métodos, dos caminhos a percorrer, tendo em vista o alcance de uma meta, objetivo ou finalidade. (MANFREDI, 1993, [n.p.])

Transpondo este conceito ao ensino, considera-se a metodologia de ensino como a maneira escolhida, elaborada e pensada pelo docente e/ou instituição para percorrer dentro do processo de ensino aprendizagem com intuito de alcançar o objetivo traçado, que é a construção do conhecimento, com o propósito de direcionar e orientar no processo cabendo sempre planejamento e replanejamentos, entendendo assim que não é algo engessado e estático.

E mais uma vez resgatando os documentos oficiais da educação, que dão diretrizes elencadas em competências e habilidades que orientam quanto ao percurso a ser traçado, que são exatamente as metodologias, é preciso repensar o que se deseja pois,

Educar para a compreensão, assimilação e aplicação de conteúdos, por exemplo, exige determinados encaminhamentos metodológicos onde o conhecimento é o foco e, portanto, torna-se a razão de todo o processo. Educar para o desenvolvimento de habilidades e competências, por outro lado, pressupõe encaminhamentos metodológicos em uma direção oposta, pois o conhecimento passa a ser um meio, e as competências desejadas ocupam o centro do processo, envolvendo em sua razão a mobilização de habilidades em diferentes contextos. (MARQUES, 2014, p.12)

Portanto, o que se almeja não é mais aquele aluno que apenas recebe conteúdos, mas sim um aluno crítico, ativo e participativo, em que aquelas aulas tradicionais, com o professor assumindo o papel de detentor do conhecimento e aluno como depósito de informações, deve dar espaço para aulas diferenciadas, claro que aqui não se está considerando a extinção de aulas ditas tradicionais, mas sim levar a uma compreensão que este modelo não deve dominar o espaço educacional, dentro de todo contexto atual, que envolve globalização, acesso fácil à informações e

tecnologia ao alcance da grande maioria. Daí a importância de se considerar o que se chama de metodologias ativas, que ressignifica o processo de ensino aprendizagem de maneira convidativa, compromissada e transparente, buscando uma maior autonomia do aluno neste percurso, que assume uma postura ativa, crítica e coparticipativa.

De forma mais elaborada as metodologias ativas

procuram criar situações de aprendizagem em que os aprendizes fazem coisas, colocam conhecimentos em ação, pensam e conceituam o que fazem, constroem conhecimentos sobre os conteúdos envolvidos nas atividades que realizam, bem como desenvolvem estratégias cognitivas, capacidade crítica e reflexão sobre suas práticas, fornecem e recebem feedback, aprendem a interagir com colegas e professor e exploram atitudes e valores pessoais e sociais. (BERBEL, 2011; MORAN, 2015; PINTO et al., 2013 *apud* VALENTE, ALMEIDA, GERALDINI, 2017, p. 463).

Existem diferentes e diversas estratégias, que podem ser combinadas ou não, para se colocar em prática as metodologias ativas considerando estas como meio e não como fim no processo de ensino e aprendizagem. A escolha deve levar em conta o público em questão, o planejamento e o que se pretende alcançar com o uso destas estratégias, levando em consideração não “o como ensinar” que tem foco no professor, mas “o como aprender”, que tem foco no aluno, todavia, é importante ressaltar que independente do procedimento escolhido para ser executado, sempre vai haver um acompanhamento do professor durante o processo, pois este vai apenas readequar o seu papel, assumindo a posição de professor mediador e para isso é necessária formação e apropriação, para que o mesmo cumpra de fato a sua intencionalidade, entendendo quanto a sua aplicabilidade e a sua posição quanto ator no processo, que é tão importante quanto o do aluno para que a relação professor-aluno se (re-)estabeleça.

Assim, as metodologias ativas

são formas inovadoras de educar, que estimulam a aprendizagem e a participação do aluno em sala de aula, fazendo com que ele utilize todas as suas dimensões sensório/motora, afetivo/emocional e mental/cognitiva. (NASCIMENTO; COUTINHO, 2016, p.135).

Entendendo assim a importância das habilidades e competências cognitivas e sociemocionais no processo de ensino aprendizagem na utilização das metodologias

ativas, superando o ensino apenas da memorização momentânea de conteúdos, dando significado para o que está sendo aprendido e apreendido.

Como há diversos tipos de práticas tidas como metodologias ativas, tratamos de especificar o universo da nossa pesquisa em apenas duas: ensino híbrido e sala de aula invertida. A escolha da primeira se deu por esta ter sido impulsionada como a melhor alternativa encontrada para continuidade das aulas durante a pandemia da COVID-19, já a segunda por ser usualmente empregada. Outro detalhe relevante que nos levou a estudar essas duas foi o fato delas muitas das vezes se cruzarem, ajudando em sua aplicação e desenvolvimento, o que corrobora com o pensamento de Reyes *et. al* (2016, p. 120) ao afirmarem que “[...] não devemos limitar nossos processos de ensino a um único modelo, por causa da atratividade à primeira vista, porque não existe um modelo capaz de lidar com todos os tipos e estilos de aprendizagem”, o que sugere que devemos trabalhar com diferentes metodologias de acordo com o interesse e necessidade baseado no que se pretende alcançar.

3.1 Ensino Híbrido

O termo híbrido, sinônimo de misto, misturado, não é algo novo para o ensino como se imagina, pois, desde sempre o processo de ensino é permeado por uma mistura de diferentes contextos tornando-se assim híbrido, como afirma Moran,

Híbrido significa misturado, mesclado, blended. A educação sempre foi misturada, híbrida, sempre combinou vários espaços, tempos, atividades, metodologias, públicos. Esse processo agora, com a mobilidade e conectividade, é muito mais perceptível, amplo e profundo: é um ecossistema mais aberto e criativo. Podemos ensinar e aprender de inúmeras formas, em todos os momentos, em múltiplos espaços. Híbrido é um conceito rico, apropriado e complicado. Tudo pode ser misturado, combinado e podemos, com os mesmos ingredientes, preparar diversos “pratos” com sabores muito diferentes. (MORAN, 2015, p. 27)

O ensino híbrido ganhou espaço e destaque a partir do surgimento da educação a distância, que é mediado pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (DTICs). O ensino híbrido (*blended learning*) é caracterizado por muitos autores como o melhor dos dois mundos considerando seus recursos e suas técnicas, sendo as aulas síncronas ou não, pois reúne uma porcentagem de encontros presenciais somado às atividades online, podendo ocorrer em tempo e espaço diversificados. Conceitualmente

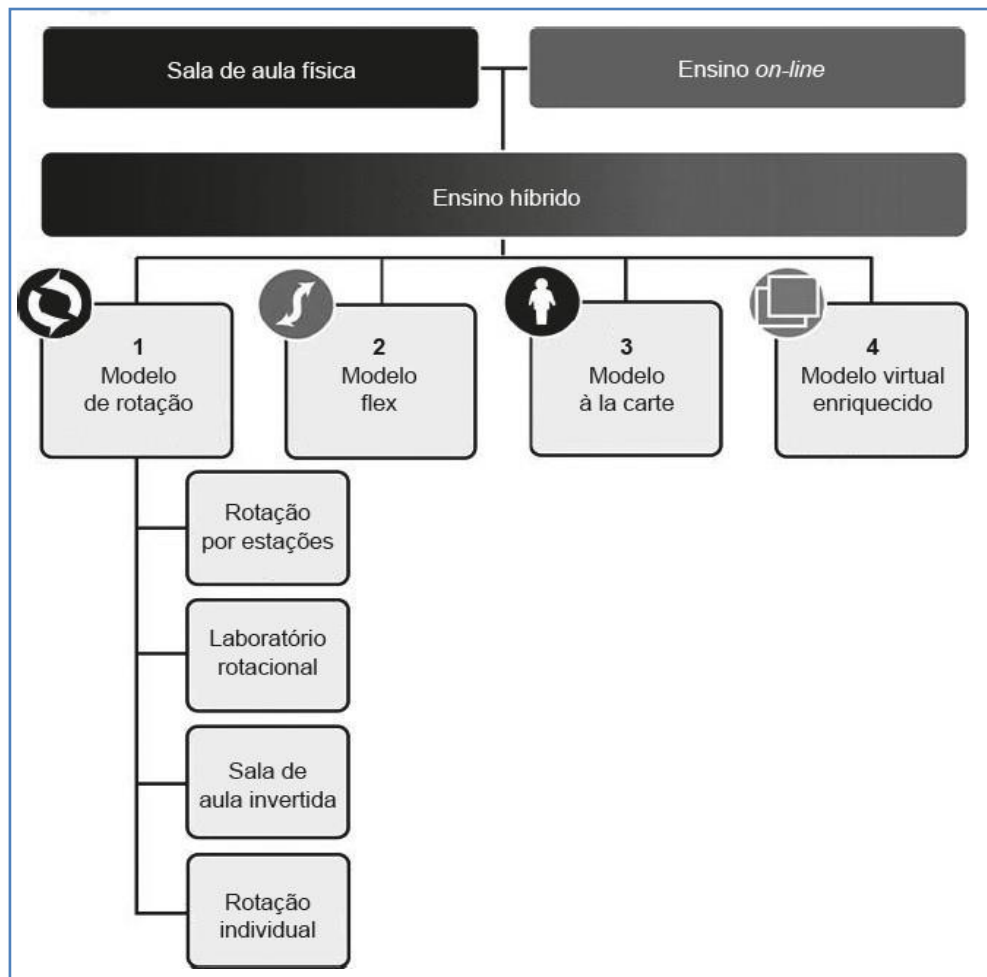
O ensino híbrido é um programa de educação formal no qual um aluno aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino online, com algum elemento de controle do estudante sobre o tempo, lugar, modo e/ou ritmo do estudo, e pelo menos em parte em uma localidade física supervisionada, fora de sua residência. (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013, p.7)

Como uma metodologia ativa, para sua efetivação, é importante que haja uma readequação dos atores envolvidos, principalmente alunos e professores, pois, “o ensino híbrido configura-se como uma combinação metodológica que impacta na ação no professor em situações de ensino e na ação dos estudantes em situações de aprendizagem” (BACICH, TANZI NETO; TREVISAN, 2015, p. 74).

Um Instituto estudinense famoso por apoiar novos modelos de negócios e produtos disruptivos na saúde, educação e pesquisa criado pelo economista Clayton Christensen publicou três artigos que narram o surgimento do ensino híbrido e sugerem modelos que podem ser utilizados individualmente ou de maneira conjugada de acordo com o planejamento conjunto e necessidade do público, servindo como referência para implementação de acordo com a realidade nacional. Entendendo assim que “o conceito de ensino híbrido está enraizado em uma ideia de que não existe uma forma única de aprender e que a aprendizagem é um processo contínuo” (SINGH, 2003 *apud* MARTINS, 2016, p. 68).

Os modelos de ensino híbrido difundidos pelo Instituto Clayton Christensen que vem sendo usados em escolas do ensino básico nos EUA, resumidamente são encontrados na Figura 1.

Figura 1-Modelos de ensino híbrido – Instituto Clayton Christensen



Fonte: Horn e Staker (2015. p.38).

Na sequência detalharemos cada modelo.

1- Modelo de Rotação: inclui qualquer curso ou disciplina em que os alunos se engajem em diferentes metodologias de ensino, em que uma delas seja obrigatoriamente online. Possui as seguintes subcategorias:

- Rotação por Estação: ocorrem revezamentos, dentro da sala de aula ou em um conjunto de classes, através de estações fixas, conforme mostra a Figura 2, com atividades programadas e não necessariamente conduzidas pelo professor, sendo pelo menos uma destas atividades realizadas de maneira *on line*.

Figura 2-O modelo de rotação por estações



Fonte: Curso Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação.

- Laboratório Rotacional: a rotação é feita entre a sala de aula e o laboratório de ensino ou de informática onde é desenvolvida a parte do ensino *online* do curso (veja Figura 3). As atividades realizadas nos laboratórios serão desenvolvidas pelos alunos de forma autônoma, sem o acompanhamento do professor que acompanhará outro grupo de alunos em sala.

Figura 3- O modelo laboratório rotacional



Fonte: Curso Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação.

- Sala de Aula Invertida será discutida na próxima seção por ser um dos focos desse estudo.

- Rotação individual: neste caso a rotação tem o diferencial de possuir uma personalização de acordo com as necessidades de cada aluno, assim cada um possui cronogramas diários customizados, respeitando o seu ritmo. A Figura 4 ilustra essa conjuntura. Neste modelo não necessariamente os alunos precisam passar por todas as estações.

Figura 4-O modelo de rotação individual.



Fonte: Curso Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação.

A rotação individual requer assim como as demais um planejamento prévio bem elaborado, entretanto, necessita uma discriminação mais detalhada de seus aspectos pedagógicos, tal como menciona Martins (2016):

Aspectos como avaliar para personalizar devem estar muito presentes nesta proposta, uma vez que a elaboração de um plano de rotação individual só faz sentido se tiver como foco o caminho a ser percorrido pelo estudante de acordo com suas dificuldades ou facilidades. (MARTINS, 2016, p. 79)

2- Modelo Flex: o aluno transita no ensino de acordo com a sua necessidade, tendo total flexibilidade para focar naquilo que tem interesse. Os professores/tutores ficam disponíveis presencialmente para tirar dúvidas de maneira individual e personalizada. “[...] em que ensino online é a espinha dorsal da aprendizagem do aluno, mesmo que às vezes direcione os estudantes para atividades presenciais”. (HORN; STAKER 2015, p.47)

3- Modelo á La Carte: é quando o aluno frequenta cursos ou disciplina *online* que pode ocorrer na escola, em casa ou outro local de maneira concomitante ao ensino básico, tendo o acompanhamento do professor/tutor de maneira *online*.

4- Modelo Virtual Enriquecido: é aquele em que os alunos têm encontros presenciais semanais obrigatórios juntamente com outros momentos de aprendizagem online que ficam a seu critério quanto ao tempo e local.

Para a implementação do ensino híbrido Santos (2015 livro) recomenda alguns passos, a saber:

- Avaliação prévia com os alunos para entender e diagnosticar o nível de conhecimento e possíveis dúvidas quanto a temática que se irá abordar;
- Planejamento das atividades que serão desenvolvidas baseado no levantamento realizado no item anterior, considerando a proficiência dos alunos;
- Planejamento do espaço de aprendizagem, organizado por estações e de acordo com a atividade que se quer desenvolver, contemplando aqui equipamentos necessários, formatação da sala e demais ambientes que serão utilizados (laboratórios, biblioteca, outros espaços) no espaço escolar, sempre pensando na circulação livre dos alunos. Importante considerar mais uma vez o levantamento obtidos nos itens anteriores;
- Integração da equipe escolar entendendo sempre que para que ocorra o uso do espaço escolar como proposta de diversificação que vai além da sala de aula é importante e necessário o apoio e participação de outros atores que compõe o ambiente escolar. Assim,

Faz-se necessária, na implantação do modelo de ensino híbrido, uma gestão que identifique o que deve permanecer e o que precisa ser modificado no projeto político-pedagógico (PPP) da escola, que organize o papel de cada equipe, que estruture ações para realizaras transformações necessárias e que compartilhe as experiências bem-sucedidas durante o processo. (CANNATÁ, 2015, p. 239)

5- A implementação da proposta.

Nesta etapa é recomendado que a cada atividade deve-se refazer estes passos, pois pode demandar uma estrutura diferente.

Por fim, vale a seguinte reflexão,

O ensino é híbrido porque somos todos aprendizes e mestres, consumidores e produtores de informação e de conhecimento. Passamos, em pouco tempo, de consumidores da grande mídia a “prosumidores” –produtores e consumidores– de múltiplas mídias, plataformas e formatos para acessar informações, publicar, publicar nossas histórias, sentimentos, reflexões e visão de mundo. Somos o que escrevemos, o que postamos, o que “curtimos”. Nisso expressamos nossa caminhada, nossos valores, visão de mundo, sonhos e limitações (Moran, 2013, p. 28).

3.2 Sala de aula invertida

Antes de entender o que é a metodologia “sala de aula invertida” (do inglês *flipped classroom*), é interessante entender como ela surgiu.

Dois professores de química de uma pequena cidade do Colorado, Jonathan Bergmann e Aaron Sams, que lecionavam na mesma escola, sentiram a necessidade de dar um suporte para alguns alunos (e que depois se estendeu para todos os que se interessavam) faltosos e que não conseguiam acompanhar as aulas, e isto foi feito através de gravações de vídeos que ficavam disponíveis *on-line* para todos que quisessem acessar. Foi quando Sams em 2007 teve a seguinte ideia: “E se gravássemos todas as aulas, e se os alunos assistissem ao vídeo como ‘dever de casa’ e usássemos, então, todo o tempo em sala de aula para ajudá-los com os conceitos que não compreenderam?” (BERGMANN; SAMS, 2018, p. 23).

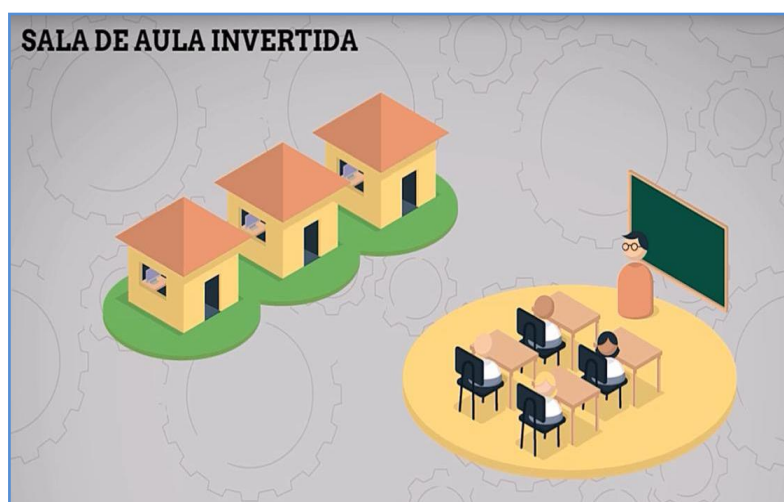
A repercussão destes vídeos foi tamanha que extrapolou os muros da escola e se estendeu para outros lugares do mundo e logo os resultados vieram, tanto em suas avaliações com os alunos e seus rendimentos e interesses, quanto na expansão e difusão desta prática para outros educadores.

Mas há de se considerar, e os próprios autores relatam isto, que a sala de aula invertida não é algo totalmente inédito, pois a ideia já havia sido mencionada, não com esta terminologia, por outros teóricos e pensadores. Os autores citados a partir de suas práticas promissoras apenas instituíram e difundiram este modelo e fizeram esta prática ser (re)conhecida. Outra coisa é que apesar da motivação e surgimento desta prática ter sido através da utilização de vídeos, esta não é a única maneira de fazer esta inversão, isto é, existe um leque de possibilidades por isso a importância de entender o que seria esta metodologia pois,

[...] não existe metodologia específica a ser replicada, nem *checklist* a seguir que leve a resultados garantidos. Inverter a sala de aula tem mais a ver com certa mentalidade: a de deslocar a atenção do professor para o aprendiz e para a aprendizagem. Todo professor que optar pela inversão, terá uma maneira distinta de colocá-la em prática. (BERGMANN; SAMS, 2018, p. 30)

Por isso a importância de compreender as nuances que envolvem a sala de aula invertida, a começar pelo conceito que é basicamente o seguinte, “o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula.” (BERGMANN; SAMS, 2018, p. 33).

Figura 5-O modelo sala de aula invertida.



Fonte: Curso Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação.

Este conceito é apenas para entendimento do que seja a sala de aula invertida, mas a prática vai muito mais além desta simples inversão, envolve uma educação personalizada e centrada no aluno e no seu aprendizado, ou seja, “a aula gira em torno dos alunos, não do professor, esse está presente unicamente para prover *feedback* especializado”. (BERGAMANN; SAMS 2018, p. 14). Assim deve ficar claro, a partir da descrição das atividades desenvolvidas nos três momentos, que irá ser mencionado mais a frente e principalmente no momento da aula, a importância desta personalização do ensino, como relata Schmitz (2016), pois a sala de aula invertida tem foco no aluno e no seu aprendizado, respeitando o ritmo de cada um, o desenvolvimento de competências que vão além de um conhecimento escolar, mas sim um conhecimento integral, para a vida.

Os momentos da sala de aula invertida são divididos em pré aula, aula e pós aula. Todos esses momentos precisam ser cuidadosamente planejados e estruturados quanto ao tempo e execução.

Na pré aula o professor prepra o conteúdo que será compartilhado com os alunos, que pode ser vídeos, textos, áudios, jogos, projetos, pesquisas etc. Os alunos se apropriam do conteúdo, no seu ritmo e no seu tempo, fazem anotações que acharem necessária e diante das dúvidas que venha a surgir elaboram perguntas para o momento da aula. Por isso, a importância de preparar este aluno para assumir este papel, aluno sendo responsável pela aquisição do seu conhecimento básico, objetivo da pré aula, para que desenvolva, competências e habilidades necessárias nesta execução, ou seja, autonomia, responsabilidade e olhar critico.

Na sala de aula, o professor com a função de mediador no processo, pode deixar os momentos iniciais para esclarecimentos e tira dúvidas e no restante do tempo tornar o momento presencial mais produtivo e colaborativo, através de outras metodologias ativas como experiências, jogos, simulações, problematização, projetos entre outros que levem o aluno a aprender fazendo e aprender junto com seus pares com colaboração do professor, pois “o importante para inverter a sala de aula é engajar os alunos em questionamentos e resolução de problemas, revendo, ampliando e aplicando o que foi aprendido on-line com atividades bem planejadas e fornecendo-lhes *feedback* imediatamente”. (MORAN, 2018, p. 57). Frisando aqui a relevância para o aluno deste feedback dado pelo professor no momento de desenvolvimento da atividade, para que compreenda a evolução de suas ideias e construção dos seus pensamentos dentro do processo de aprendizagem.

Na pós aula, a intenção é que o aluno integre o que aprendeu aos conhecimentos prévios, (RAMAL, 2015), levando em conta que esse aprendizado é baseado em momentos da aula pelo principio de “mão na massa”, do “aprender fazendo”, isto feito através de interações e atividades significativas (SCHMITZ, 2016).

Reforçando aqui, que não basta apenas a intenção de querer aplicar o método sala de aula invertida, sendo necessário, portanto, planejamento, formação e informação principalmente para docentes e discentes. Não se pode esquecer dos

demais atores envolvidos no processo de ensino aprendizagem como pais e gestão. Assim para que se obtenha resultados significativos é necessário,

a mudança cultural de professores, alunos e pais para aceitar a nova proposta; a escolha de bons materiais, vídeos e atividades para uma aprendizagem preliminar; e um bom acompanhamento do ritmo de cada aluno, para desenhar as técnicas mais adequadas nos momentos presenciais. (MORAN, 2018, p. 57).

Considerando a posição que o aluno irá ocupar neste método é importante que ele tenha consciência do seu papel, sendo crucial o desenvolvimento da autonomia nos estudos, não esperando mais que o conhecimento venha do professor, este aluno tem que ser preparado para melhor usufruir deste momento pré aula. Assim como o professor tem que conduzir o processo para que ocorra com fluidez, iniciando com a escolha do primeiro momento de maneira que o material da pré aula seja interessante para o aluno, depois tem que planejar a aula, sabendo que não terá controle total sobre ela, pois o andamento dela dependerá das dúvidas que os alunos trarão inicialmente e posteriormente à atividade, desenvolvida pelos alunos, assumindo o professor o papel de mediator neste momento. Ainda se tem que pensar em atividades para o momento pós aula para que de fato ocorra a integração de novos conhecimentos, além de elaborar avaliações para identificar possíveis lacunas que possivelmente ocorrerão durante o processo.

A partir da compreensão das tarefas que serão executadas em todos os momentos da sala de aula invertida, torna-se fácil entender que tanto professor quanto aluno irão sair de suas zonas de conforto, que sem um engajamento, mobilização e motivação para aplicação desta metodologia ativa, o sucesso não será alcançado.

4 METODOLOGIAS ATIVAS APLICADAS AO ENSINO DA FÍSICA

De posse dos conceitos do que seja metodologias ativas para a aprendizagem, mais precisamente do que seja o Ensino Híbrido e sala de aula invertida, é possível compreender como elas podem ser úteis naquilo que é orientado pelas diretrizes educacionais e a forma de acesso dos alunos a informação. Carl Wieman, ganhador do prêmio Nobel de Física de 2002 e um defensor da remodelação no ensino da Física declara que,

o que funciona melhor do que assistir aulas e resolver os problemas sugeridos, de acordo com numerosos estudos, é ter estudantes trabalhando em pequenos grupos com instrutores que possam ajudá-los a aplicar os conceitos básicos a situações da vida real. (STUDART, 2019, p.5),

Em resumo, Carl Wieman sugere uma alternativa para ensinagem com metodologias ativas que faça uso de tecnologias.

4.1 Referencial prático

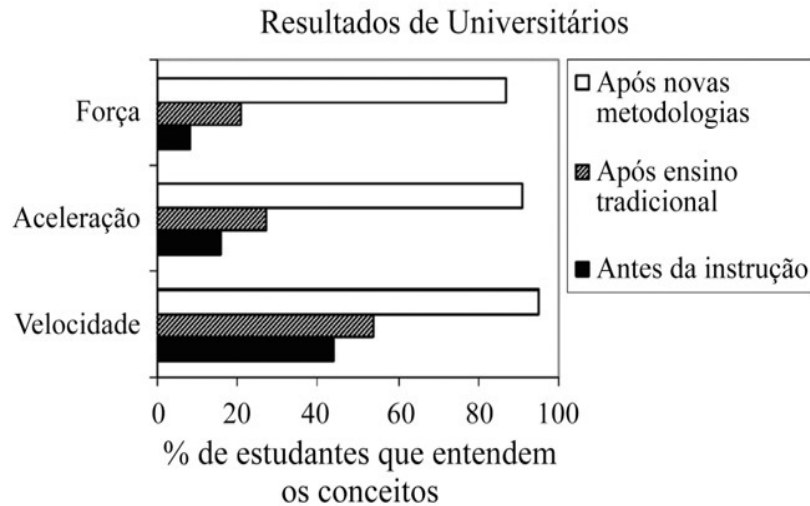
Existem alguns materiais, sites, programas, ou seja, recursos disponíveis e já testados e aplicados que podem servir como guia para a implementação das metodologias ativas no ensino da Física no ensino básico, claro que com as devidas adequações de acordo com o contexto que será aplicado e levando em conta quais metodologias ativas serão desenvolvidas. Considerando tais aspectos, Meltzer e Thornton reúnem três características que nos auxilia a identificar o que seja metodologia ativa como prática pedagógica.

Os pesquisadores da área de Ensino de Física Meltzer e Thornton definem métodos de aprendizagem ativa como os que compartilham os seguintes aspectos: (1) sejam explicitamente baseados na pesquisa em Ensino de Física; (2) incorporem atividades em sala de aula e/ou atividades no laboratório que exijam que todos os alunos manifestem seus pensamentos por meio do falar, do escrever ou de outras ações que vão além do ouvir ou do anotar; (3) sejam avaliados repetidamente em cenários reais de sala de aula e forneçam evidência objetiva da melhoria da aprendizagem do aluno (Meltzer e Thornton, 2012) (apud STUDART, 2019, p.5)

Na pesquisa de Laws, P., Sokoloff, D., & Thornton, R. (1999), intitulado *Promoting Active Learning Using the Results of Physics Education Research* (Promovendo a Aprendizagem Ativa Usando os Resultados da Pesquisa em Educação Física), traz resultados positivos quanto a implementação de metodologias

ativas quanto ao ensino de Física em comparação ao ensino tradicional relacionados aos conceitos de força, velocidade e aceleração, como pode se observar na Figura 6.

Figura 6-Métodos de engajamento ativo versus ensino tradicional na melhoria do entendimento de conceitos de física básica.



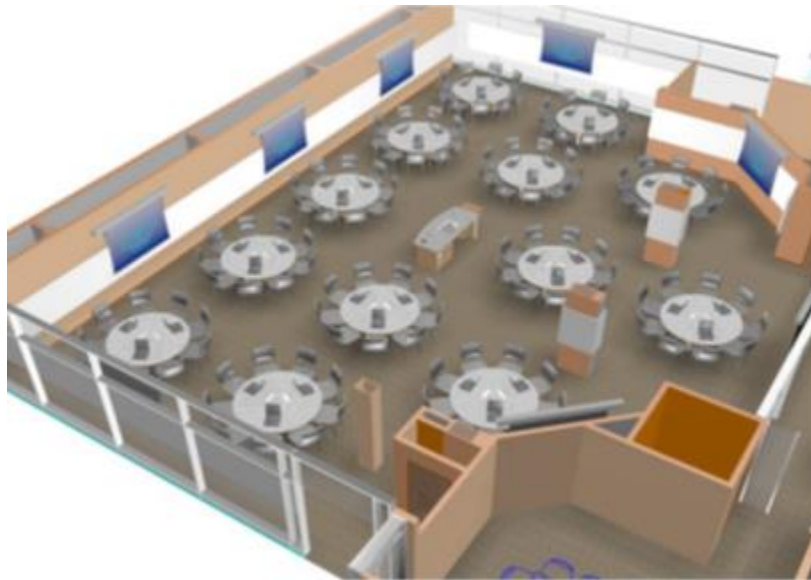
Fonte: (Laws et al., 1999 *apud* STUDART, 2019, p.6).

Além da pesquisa mencionada, diversas outras podem ser encontradas em revistas especializadas, dissertações, teses etc., que possuem em comum resultados relevantes quando ao uso de metodologias ativas na ensinagem. Importante destacarmos também alguns recursos desenvolvidos que auxiliam nessas práticas como:

- O site www.physport.org, que traz diversos materiais que auxiliam na aplicação e desenvolvimento de práticas ativas de ensino;
- O site www.compadre.org, que reúne muitos recursos *online* gratuitos voltados para professores e estudantes sobre conteúdos de Física e Astronomia;
- O projeto estúdio de Física (TEAL/ Studio Physics), que aborda um design diferenciado da sala de aula com uma estação central de trabalho para uso do tutor e subestações onde os alunos são divididos em grupos heterogêneos (para que ocorra a troca e discussões profícuas entre os pares) em relação ao domínio do conteúdo que foi previamente disponibilizado. Cada subestação tem um computador para que os alunos acessem os conteúdos, busquem informações complementares, façam simulações e experimentos. Sendo que todo esse processo é acompanhado de perto

pelo professor/tutor que intercala este trabalho com momentos de perguntas para avaliar o avanço na aquisição dos conceitos. Uma experiência prática com o projeto TEAL/Studio Physics é desenvolvido no MIT e os resultados são bem significativos, a saber, ”reduzindo a taxa de reprovação nas disciplinas, que era de aproximadamente 15%, e aumentando a frequência no final do semestre, que era inferior a 50%”. (BELCHER, 2001 apud VALENTE, 2014, p.89). Através do site do projeto ([Visualizing Physics Images \(mit.edu\)](http://VisualizingPhysicsImages.mit.edu)), é possível ter acesso ao material e orientações. A Figura 7 ilustra a disposição da sala de aula encontrada no projeto. Observando este projeto, num contexto nacional, temos a experiência desenvolvida no Instituto de Física de São Paulo na USP, que também pode ser acessado através do site <http://fig.if.usp.br/scaleup/>.

Figura 7-Sala TEAL/estúdio de Física no MIT.



Fonte: <https://bit.ly/2W1v6gN>).

- O PheT (que será mais detalhado no item abaixo), que é um programa desenvolvido na Universidade de Colorado e liderado por Carl Wieman, com site <https://phet.colorado.edu>, que abriga diversas simulações de prática experimentais de laboratório didático, aborda conceitos, traz orientações quanto a aplicação dos mesmos, além de sugestões de aulas. Como referência de aplicação do PheT, temos o projeto desenvolvido por Miranda (2013) e apresentado na sua dissertação sobre uma sequência didática sobre Física ondulatória, obtendo resultados satisfatórios, visto que, o autor relata que “trouxo uma nova dinâmica ao processo, inserindo o uso de experimentos virtuais nas atividades de sala de aula” (MIRANDA, 2013, p. 96), e

que “foi nítida, com uso das simulações, a familiaridade dos alunos com os recursos tecnológicos.” (MIRANDA, 2013, p. 99).

4.2 Proposta de intervenção

O avanço tecnológico tem chegado com grande velocidade em todas as partes da sociedade, a escola como contribuidora para formação dos indivíduos não poderia ficar de fora desse avanço, utilizando ferramentas para melhorar a transferência de conhecimento. Assim,

As tecnologias possibilitam uma abordagem diferenciada dos conteúdos, pois propiciam a visualização de modelos físicos que não poderiam ser observados de outra forma, exceto por figuras estáticas em livros didáticos ou no quadro negro. (CARRARO; PEREIRA, 2014, p. 03)

Carraro e Pereira (2014) afirmam ainda que “a utilização de simulações virtuais no ensino de Física possibilita ao estudante desenvolver a compreensão de conceitos, e levá-lo a participar efetivamente no seu processo de aprendizagem”. Assim, observamos que a possibilidade de manipulação dos dados a serem analisado faz com que os alunos venham interagir com os conteúdos teóricos já estudados em sala de aula, dando uma maior interação entre eles, além de permitir que o aluno se torne ativo no processo de aprendizagem progredindo em suas capacidades cognitivas e obtendo respostas do professor em tempo hábil (COSTA, 2018).

Além do que:

A utilização de simulações virtuais no ensino de ciências possibilita ao estudante desenvolver a compreensão de conceitos, e levá-lo a participar efetivamente no seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos do seu cotidiano. (LEAL; SILVA; MENESES, 2020, p. 05)

Tendo as simulações computacionais como alternativas para resoluções de problemas (COSTA, 2018).

Para Silva (2017), a informatização por apresentar um perfil inovador, vem substituir os processos educacionais mecanizados. No ensino de Física a forte presença da linguagem técnica e da modelagem matemática deixa muitas das vezes as aulas menos atraentes, algo que pode ser corrigido com o uso das ferramentas de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (DTIC). Ferramentas computacionais vem sendo cada mais utilizadas em sala de aula e talvez um dos

maiores exemplos seja a plataforma PhET. O PhET funciona como uma plataforma onde o aluno tem a possibilidade de simular os conceitos estudados em sala de um modo dinâmico e atrativo (SILVA; FRANCO, 2017). O PhET como uma ferramenta de ensino e aprendizagem permitirá que os alunos busquem mais sobre o conteúdo estudado em sala de aula, pois dará melhores condições para eles testem a teoria e a associem com a prática experimental estudada em sala de aula ou de maneira invertida.

Em relação ao professor, o PhET consiste em uma importante ferramenta que deverá o auxiliar em práticas laboratoriais dentro e fora de sala de aula.

O PhET é um programa público e colaborativo, ou seja, não precisa ter assinatura para utilizar e outras pessoas podem sugerir correções e simulações, com isso o aluno pode manipulá-lo em qualquer lugar que tenha um computador, (desktop/Laptop), iPad, tablets, tem suporte para vários sistemas operacionais, de código aberto, podendo ser rodado tanto no modo *on-line* como *off-line*.

As simulações do PhET garantem uma alta confiança como uma ferramenta pedagógica pois, “as simulações ofertadas são resultadas de inúmeras pesquisas educacionais, com teste de avaliações em sala de aula, que assegura a eficácia pedagógica do uso dessa ferramenta” (ARAÚJO; NASCIMENTO, 2021, p.16). Observa-se que todos esses estudos para aplicação do PhET como ferramenta de ensino e aprendizagem validam o simulador e contribuem para um bom desenvolvimento educacional, considerando o contexto do desejo do professor aplicar as tendências pedagógicas com metodologias ativas, a saber a sala invertida.

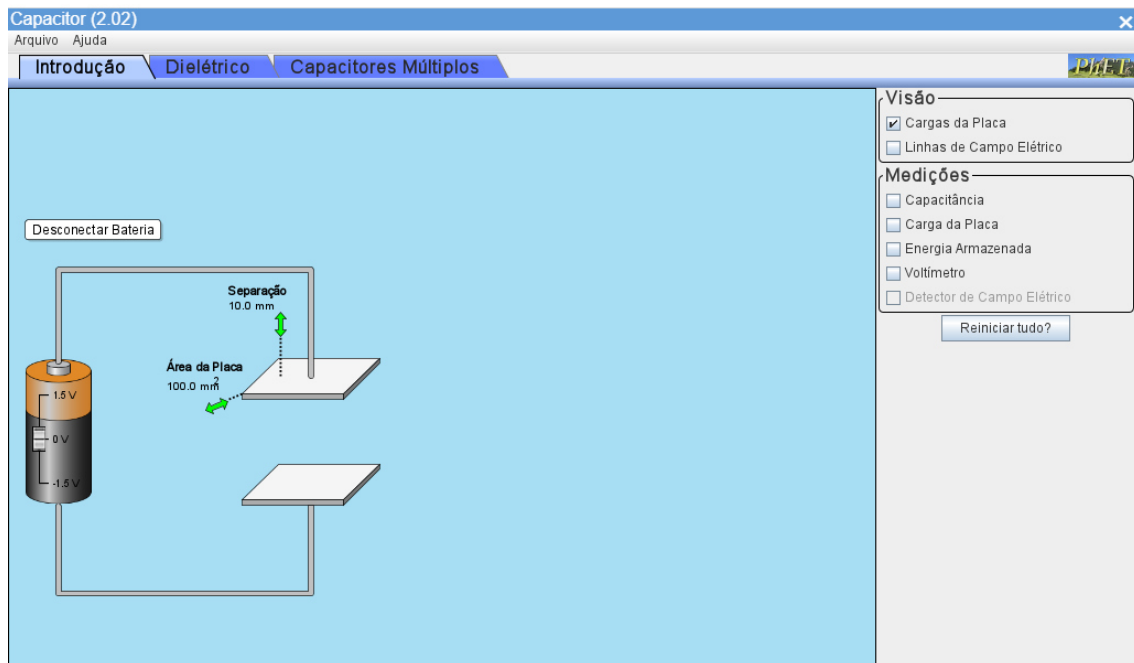
As figuras abaixo mostram algumas práticas que podem ser manipuladas no simulador, para que o professor venha aplicar as metodologias ativas.

Na prática mostrada da Figura 8, que trata do conteúdo de eletricidade, o professor poderá explorar os seguintes conceitos:

- ✓ determinar a relação entre carga e tensão para um capacitor;
- ✓ determinar a energia armazenada em um capacitor ou um conjunto de capacitores em um circuito;

- ✓ explorar o efeito de espaço e materiais dielétricos inserido entre os condutores do capacitor em um circuito;
- ✓ determinar a capacitância equivalente de um conjunto de capacitores em série e em paralelo em um circuito.

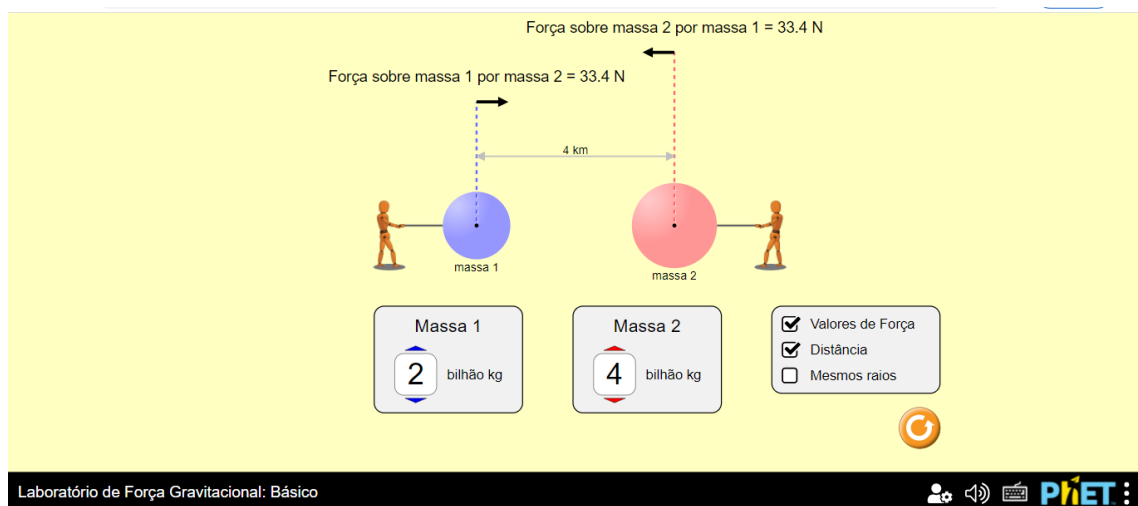
Figura 8-Simulador para prática de capacitor, capacitância e circuitos.



Fonte: PhET: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/capacitor-lab.

Na Figura 9 temos a simulação de uma situação em que se investiga o conceito de força gravitacional.

Figura 9-Simulador de força gravitacional.



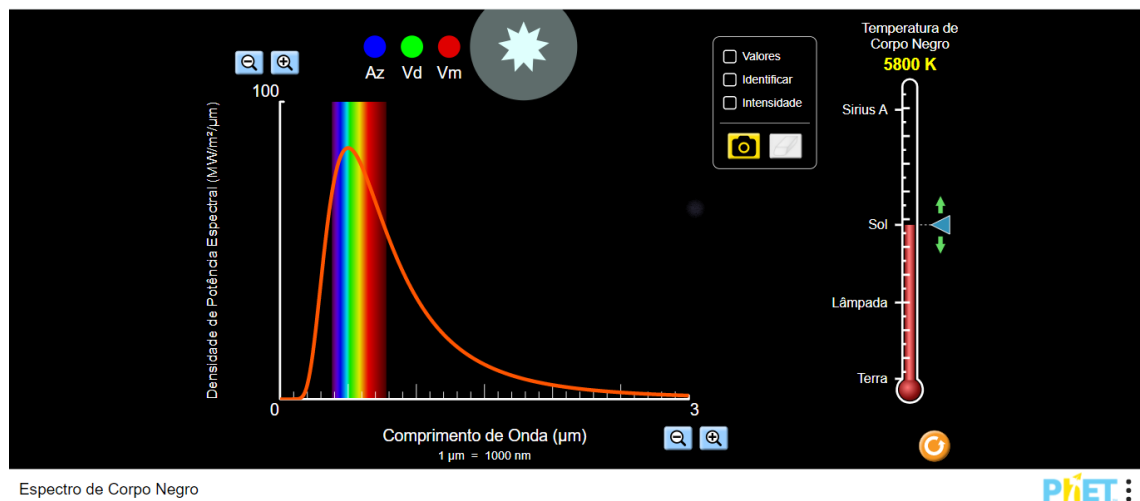
Fonte: phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gravity-force-lab.

Na prática exemplificada pela Figura 9 o professor poderá explorar com metodologia de ensino e aprendizagem os tópicos sobre: força gravitacional, leis do inverso dos quadrados, pares de forças e terceira lei de Newton; tendo com os seguintes objetivos sugerido pelo simulador:

- ✓ Relacionar a força gravitacional às massas de objetos e a distância entre os objetos.
- ✓ Explicar a terceira lei de Newton para forças gravitacionais.
- ✓ Usar medições para determinar a constante gravitacional universal.

Como o conteúdo de Física Moderna tem se tornado cada vez mais presente no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) muito por causa do Sistema de Seleção Unificada (SISU), tendência essa já tida a alguns anos atrás em outros países mais bem ranqueados que o Brasil no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), tradução do inglês *Programme for international Student Assessment*, encontra-se no PhET uma quantidade interessante de simulações sobre esse conteúdo. Dentre eles destacamos um que trata da radiação de corpo negro (Figura 10).

Figura 10-Simulador de espectro de radiação de corpo negro.



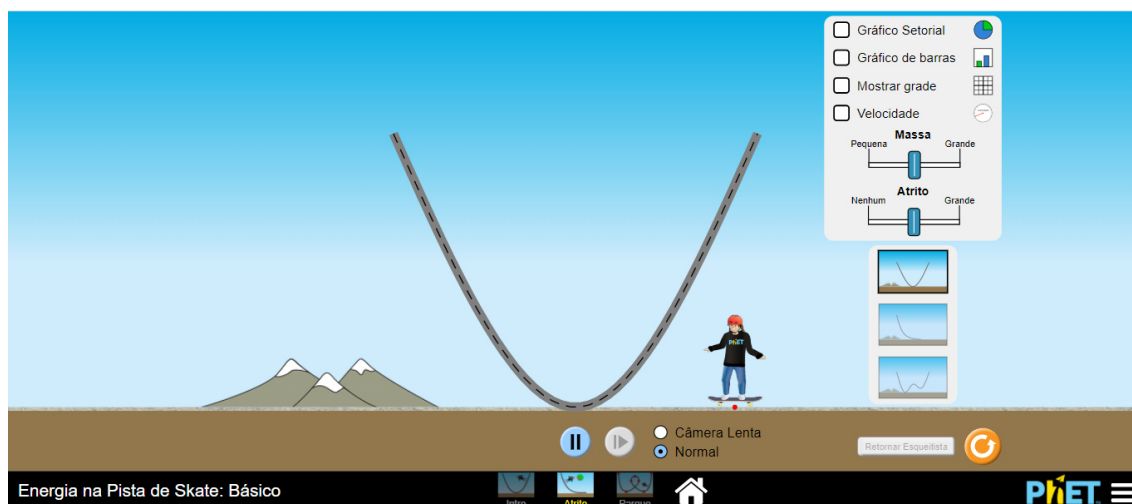
Fonte: PhET: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/blackbody-spectrum.

No laboratório que simula espectro de corpo negro, lei de Planck, lei de Wien, radiação eletromagnética, mecânica quântica e astronomia, o professor poderá explorar os seguintes objetivos sugerido pelo simulador.

- ✓ escrever o que acontece com o espectro de corpo negro à medida que aumenta ou diminui a temperatura. O que acontece com a forma da curva e o pico desta curva?
- ✓ Descrever o espectro de corpo negro de uma lâmpada. Por que as lâmpadas ficam quentes? Elas parecem eficientes?
- ✓ Imagine que você veja dois objetos quentes e brilhantes - um está brilhando em laranja e o outro está brilhando em azul. Qual deles é mais quente?
- ✓ Encontrar a relação entre a temperatura e o comprimento de onda no pico da curva.

O conteúdo de conservação de energia também é bastante explorado nas simulações do PhET e segundo a pesquisa feita por Campelo (2019), corresponde a quase 75% do que geralmente é abordado na prova de Física do ENEM. Por isso, escolhemos uma simulação que trata sobre esse conteúdo, mais precisamente, energia e trabalho. A Figura 11 ilustra uma simulação em que se pode explorar a relação de energia e trabalho.

Figura 11-Simulador de energia e trabalho



Fonte: PhET: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html.

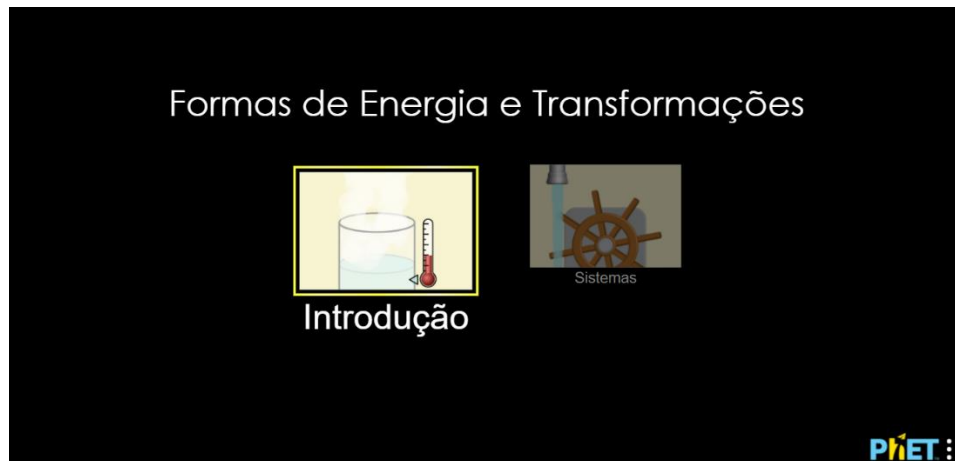
No laboratório disponível pelo PhET para simulação de energia e trabalho, o professor poderá trabalhar: energia de conservação, energia cinética, energia potencial. O simulador também disponibilizar quais os objetivos deverão ser alcançados pelo aluno.

- ✓ Explicar o conceito de Conservação da Energia Mecânica usando a energia cinética (E_c) e energia potencial gravitacional (E_p);
- ✓ descrever como os gráficos de barra e setorial de energia relacionam a posição e velocidade;
- ✓ prever a posição ou a velocidade estimada a partir de gráficos setoriais e de barra de energia;
- ✓ calcular a velocidade ou altura, uma posição a partir de informações em diferentes posições;
- ✓ calcular E_c e E_p em determinada posição considerando valores de uma outra posição;
- ✓ criar um parque de skate usando os conceitos de energia mecânica e conservação de energia;
- ✓ projetar um parque de skate usando os conceitos de conservação de energia e energia mecânica.

Ainda sobre o conteúdo de conservação de energia, verifica-se na plataforma alguns outros simuladores como os ilustrados nas Figura 12 a 15. Esse assunto é bastante discutido na sociedade contemporânea, onde busca-se alternativas para criação de fontes de energia sustentáveis e uso consciente. Nessa prática se espera que o professor levante essa discussão e leve o aluno a entender e diferenciar as fontes de energia renováveis, e assim explorar mais a temática em sala de aula com os questionamentos dos alunos e observações feita na prática no laboratório virtual sobre desenvolvimento, uso de energia e meio ambiente, pois

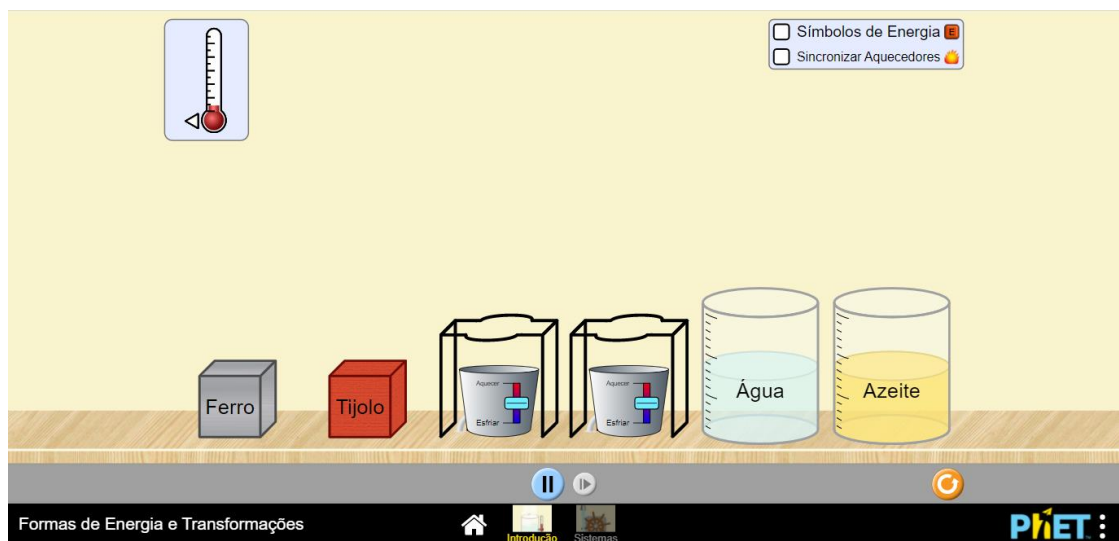
nada impede que o uso de tecnologias modernas e eficientes seja introduzido logo no início do processo de desenvolvimento, acelerando com isso o uso de tecnologias eficientes. Esse é o chamado efeito leapfrogging, que se contrapõe ao pensamento de que, para haver desenvolvimento, é preciso que ocorram impactos ambientais. (GOLDEMBERG; LUCON, 2007, p. 16)

Figura 12-Simulador de formas de energia



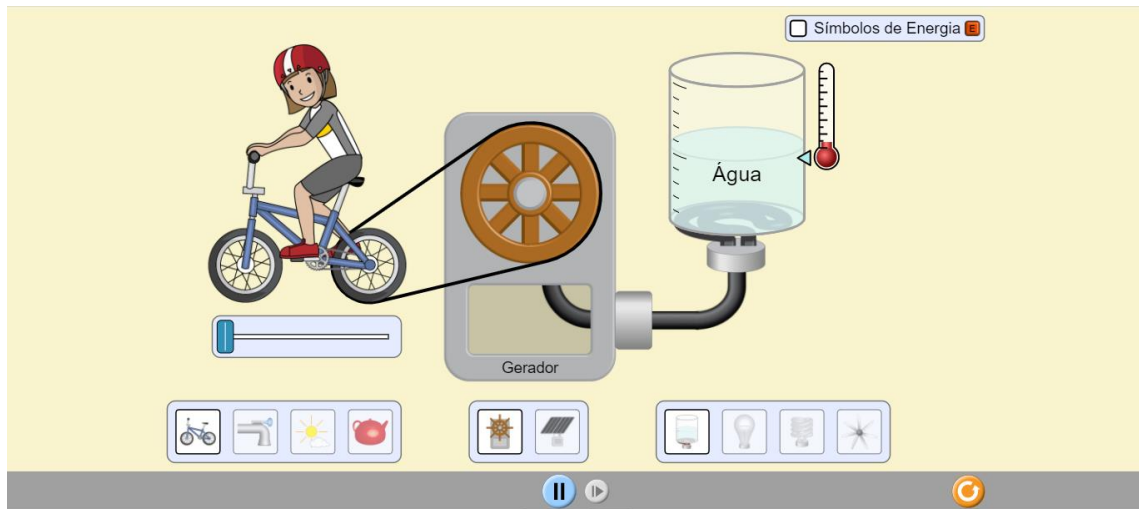
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html

Figura 13-Simulador de transformação de energia



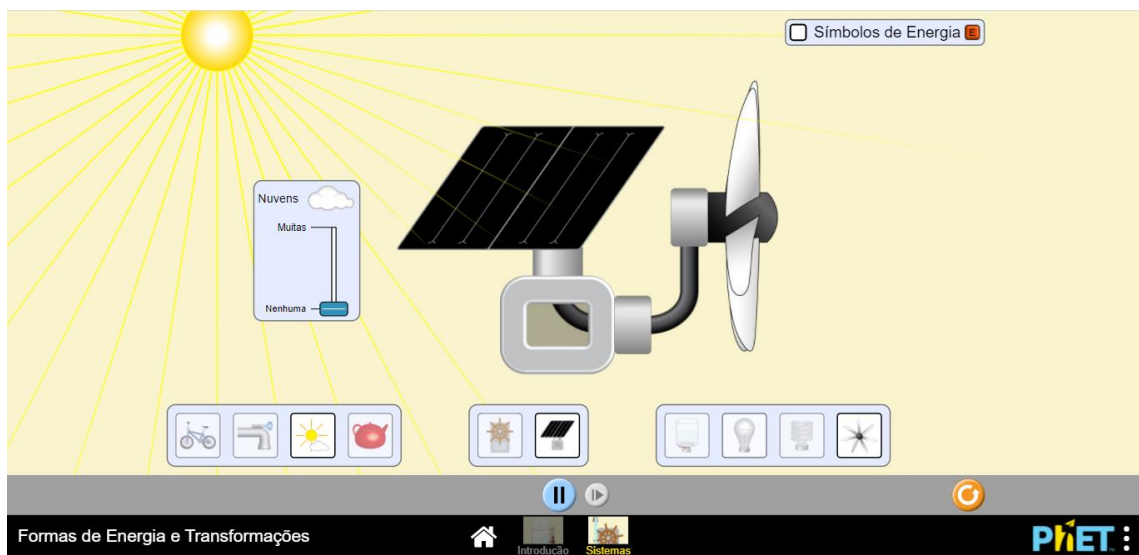
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html

Figura 14-Simulador de transformação de energia mecânica.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html

Figura 15-Simulador de transformação de energia solar.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_pt_BR.html

No laboratório de simulação de energia o aluno poderá trabalhar diferentes tipos e fontes de energia, poderá explorar a energia e sua conservação, sistema de energia, transferência de energia, conservação de energia e condução de calor. O aluno poderá fazer essas simulações e posteriormente anotar suas observações e

levar para sala de aula para serem discutida, quando o docente trabalhar metodologias ativas com essa temática o aluno se sentirá desafiado a buscar respostas no laboratório virtual.

O docente poderá explorar os seguintes objetivos sugerido pelo PhET como:

- ✓ Prever como energia fluirá quando os objetos são aquecidos ou resfriados, ou objetos em contato que tenham diferentes temperaturas;
- ✓ descrever os diferentes tipos de energia e dar exemplos da vida quotidiana;
- ✓ descrever como a energia pode mudar de uma forma de energia para outra;
- ✓ explicar a conservação da energia em sistemas reais;
- ✓ projetar um sistema com fontes de energia, trocadores e usuários e descrever como a energia flui e muda de uma forma de energia em outra;
- ✓ contar a história da energia para os sistemas da vida real.

Dentre os modelos matemáticos responsáveis por representar sinais periódicos contínuos ou não, a série de Fourier merece um papel de grande destaque, pois permite expressar esses sinais em termos de componentes sinusoidais. A fim de investigar os dois tipos de sinais mencionados e suas características, o PhET dispõe do simulador ilustrado pelas Figura 16, 17 e 18.

Figura 16-Simulador de ondas



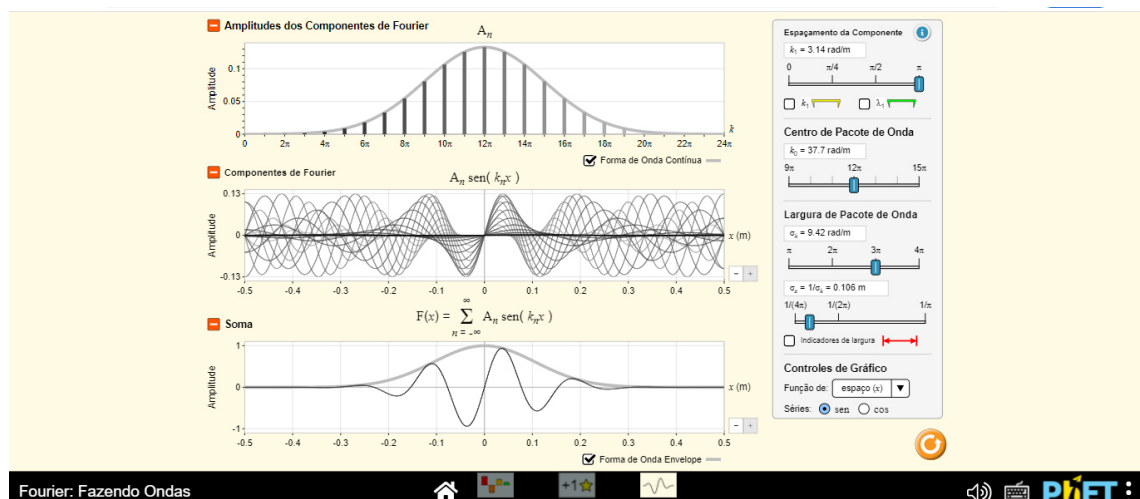
Fonte: PhET: https://phet.colorado.edu/sims/html/fourier-making-waves/latest/fourier-making-waves_pt_BR.html

Figura 17-Simulador de ondas



Fonte: PhET https://phet.colorado.edu/sims/html/fourier-making-waves/latest/fourier-making-waves_pt_BR.html.

Figura 18-Simulador de ondas



Fonte: PhET: https://phet.colorado.edu/sims/html/fourier-making-waves/latest/fourier-making-waves_pt_BR.html

No laboratório de simulações de ondas o programa disponibiliza as seguintes possibilidades de estudo pelo aluno como: séries de Fourier, som, harmônicas, variáveis conjugadas, pacotes de ondas e princípio da incerteza. O simulador sugere ao aluno que alcance os seguintes objetos na utilização do programa:

- ✓ Explicar qualitativamente como os senos e cossenos se somam para produzir funções periódicas arbitrárias;

- ✓ reconhecer que cada componente de Fourier corresponde a uma onda senoidal com um comprimento de onda ou período diferente,
- ✓ descrever os sons em termos de ondas senoidais,
- ✓ comparar e diferenciar ondas no espaço e ondas no tempo;
- ✓ reconhecer que o comprimento de onda e o período não correspondem a pontos específicos no gráfico, mas indicam a duração/tempo entre dois vales consecutivos, picos ou quaisquer outros pontos correspondentes;
- ✓ relacionar a notação matemática de uma série de Fourier à sua representação gráfica e determine qual aspecto do gráfico é descrito por cada um dos símbolos na equação;
- ✓ reconhecer que λ & T e k & ω são análogos, mas não o mesmo;
- ✓ traduzir uma equação de notação de soma para notação expandida;
- ✓ reconhecer que a largura de um pacote de ondas no espaço de posição está inversamente relacionada à largura de um pacote de ondas no espaço de Fourier;
- ✓ explicar como o Princípio da Incerteza de Heisenberg resulta das propriedades das ondas;
- ✓ reconhecer que o espaçamento entre os componentes de Fourier está inversamente relacionado ao espaçamento entre os pacotes de ondas e que uma distribuição contínua dos componentes de Fourier leva a um único pacote de ondas.

O simulador PhET, além desses experimentos apresentados oferece mais de 30 práticas de diversas área da física. Sendo,

divididas em dois grupos de acordo com as suas características: as estáticas e as dinâmicas. Nas simulações estáticas, o estudante tem pouco ou nenhum controle sobre os parâmetros da simulação. Enquanto que nas dinâmicas, os parâmetros podem ser modificados e, portanto, o estudante pode verificar as implicações de cada variável no resultado do fenômeno estudado. (CARRARO; PERREIRA, 2014, p. 06)

A interação do aluno com as práticas disponíveis no laboratório virtual, sendo elas dinâmicas, torna mais profícuo no aprendizado, proporcionando ao aluno a possibilidade de estudar comportamentos diferentes na prática executada, levando-o a buscar respostas para os diferentes resultados obtidos durante as simulações, tornando-o mais autônomo na busca de resposta.

4.3 Uma proposta de sequência didática investigativa

Para Zabala (1998, p. 55) toda prática pedagógica proposta pelo professor requer uma organização metodológica para sua execução, o que sugere a elaboração de uma sequência didática ou uma sequência de atividades. Para ambas, três momentos devem estar bem claros, são eles: planejamento, aplicação e avaliação.

Essa proposta pedagógica pode se diferenciar quanto a forma podendo ser, por exemplo, interativa ou investigativa. A sequência didática interativa é definida como:

[...] uma proposta didático-metodológica que desenvolve uma série de atividades, tendo como ponto de partida a aplicação do círculo hermenêutico-dialético para a identificação de conceitos/definições, que subsidiam os componentes curriculares (temas), e, que são associados de forma interativa com teoria (s) de aprendizagem e/ou propostas pedagógicas e metodologias, visando à construção de novos conhecimentos e saberes (OLIVEIRA, 2013, p. 43).

Enquanto a investigativa pode ser deduzida a partir do que é proposto na BNCC:

Para além do aprofundamento dessas temáticas, a BNCC de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe também que os estudantes ampliem as habilidades investigativas desenvolvidas no Ensino Fundamental, apoiando-se em análises quantitativas e na avaliação e na comparação de modelos explicativos. Além disso, espera-se que eles aprendam a estruturar linguagens argumentativas que lhes permitam comunicar, para diversos públicos, em contextos variados e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), conhecimentos produzidos e propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e responsáveis. (BNCC, BRASIL, 2017, p.538).

Assim, elaboramos uma proposta de sequência pedagógica tida como investigativa com o intuito de implementar no ensino da Física o uso de metodologias ativas utilizando a plataforma PhET, propondo a sala de aula invertida e tendo como ambiente de aprendizagem o ensino híbrido. A utilização do PhET como proposta pedagógica seguirá a seguinte sequência.

- O professor deverá apresentar o PhET de forma clara para os alunos, trabalho que é facilitado por este fazer uma breve apresentação em sua página *on-line*, considerando que o professor deverá adequar sua apresentação de acordo com o nível da turma. Esse momento é de extrema importância, pois será o primeiro

contato dos alunos com a ferramenta e isto refletirá na evolução do desenvolvimento da atividade e das etapas seguintes.

- Após a apresentação do programa, o professor irá fazer uma simulação em forma de exemplo, para que o aluno entenda o funcionamento do simulador na prática. Sugere-se aqui que a simulação escolhida tenha relação com o assunto previsto no conteúdo programático da escola.
- Após a apresentação e exemplos/simulação, o professor irá lançar um desafio a classe para procurar práticas no PhET sobre o assunto a ser trabalhado. Para driblar as salas de aulas cheias com mais de trinta alunos, torna-se necessário que as atividades sejam feitas em grupos também chamados de “ilhas”. Essa dinâmica possibilitará que estudante se socialize com os demais colegas de classe, ou seja, a troca entre os pares, minimizando assim algumas dificuldades que tenham quanto ao conteúdo ou até mesmo dificuldades quanto ao número de dispositivos ou manipulação do simulador.
- Como o PhET disponibiliza mais de uma simulação para vários conteúdos, o professor deixará os alunos ou grupos escolherem qual prática desejam manipular.
- Após as observações feitas por cada “ilha”, o professor deverá intermediar um debate entre elas, orientado por um roteiro de questões, de forma que toda a turma possa interagir.
- Como última etapa da sequência, tem-se a avaliação da aprendizagem. A nota atribuída tem que ser individualizada e variar com a participação e compreensão dos conceitos.

É importante deixar claro, que os assuntos/conteúdos a serem desenvolvidos, em alguns momentos serão apresentados aos alunos, de maneira *on line* para que ele se aproprie e tenha autonomia para percorrer o melhor caminho de acordo com orientações prévias disponibilizadas para que em outros momentos os assuntos/conteúdos sejam revistos após o contato com o simulador PhET. Esta inversão tem o intuito de diversificar a implementação das metodologias ativas, para futuras avaliações quanto ao desempenho.

Portanto, a proposta aqui apresentada está definida nas seguintes etapas discriminadas no Quadro 1.

Quadro 1- Conceitualização das fases da sequência investigativa.

Fase	Conceito
Orientação	Visão geral, através de situações problemas, sobre o tema central do conteúdo. Os alunos devem assistir as aulas gravadas
Contextualização	O professor apresenta o conteúdo relacionando-o com algumas situações do cotidiano dos alunos
Investigação	Os alunos manuseiam as simulações do PhET
Discussão	Os alunos constroem os significados, além de compartilharem suas observações
Avaliação	O professor identifica a aprendizagem através de critérios norteadores

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sociedade vem sofrendo grandes transformações com o avanço das tecnologias, exemplos temos hoje as transferências de informações, que no meio educacional dar-se-a pelas novas tendências pedagógicas. Nesse contexto podemos destacar que as metodologias ativas inovam a cada dia para acompanhar as necessidades de um melhor ensino em sala de aula, além de quebrar com alguns paradigmas que ainda encontramos no contexto escolar.

Neste trabalho buscamos fazer uma reflexão sobre dois tipos de metodologias ativas, sendo elas a sala de aula invertida e o ensino híbrido, além de propor uma sequência de ensino baseada em elementos de ambas. Como ferramenta auxiliadora para nossa proposta pedagógica, escolhemos a plataforma PhET. O PhET apresenta uma vantagem significativa principalmente como alternativa às práticas experimentais e pela comodidade de suas simulações poderem ser manuseadas a partir de um computador, *smartphone* ou *tablet*, o que se adequa perfeitamente na atividade proposta.

Para melhor aplicação da prática, propomos uma sequência de atividades investigativa com a integração de laboratórios on-line (plataforma PhET) a ser seguida pelo professor para direcionar sua atividade pedagógica de transposição didática de determinado conteúdo.

Essa proposta pedagógica deveria ter sido testada na escola na qual realizei meu estágio curricular obrigatório, que devido a definição tardia do tema do meu trabalho de conclusão de curso (TCC) por causa de diversos fatores, em que destaco a pandemia da COVID-19, o início da atividade de TCC em relação à atividade de estágio e limitações quanto a execução desse estágio, prejudicaram significativamente sua aplicação. Porém, o trabalho desenvolvido fica como sugestão de aplicação futura nas aulas de Física, com o intuito de cada vez mais melhorar o compromisso de educar.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB. 9394/1996. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Org.). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BACICH, Lilian; MORAN, José (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática** [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2018.

BUENO MARQUES, Cintia. **Por que discutir metodologia na escola contemporânea?**. Caderno Marista de Educação, v. 9, n. 1, p. e39571, 19 nov. 2020.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia de aprendizagem**. Tradução: Serra, Afonso Celso da Cunha. 1 ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2018.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M.; STAKER, H. **Ensino híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos**. 2013.

CAMPELO, Djamilton Foicinha. **Sequência de ensino investigativa para o estudo do efeito fotovoltaico em uma abordagem experimental na perspectiva da teoria de campos conceituais de Vergnaud**. 2019, 166 f. (Dissertação-Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede Nacional). Universidade de Federal do Maranhão - Maranhão, 2019.

CANNATÁ, Verônica. **Quando a inovação na sala de aula passa a ser um projeto de escola**. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Org.). **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

CARRARO, Francisco Luiz; PEREIRA, Ricardo Francisco. **O Uso de Simuladores Virtuais do PHET Como Metodologia de Ensino de Eletrodinâmica**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação., 2014. Curitiba: SEED/PR., 2016. V.1. Cadernos PDE). Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1878> . Acesso em 04/01/22. ISBN 978-85-8015-080-3

COSTA, Luciano Gonsalves; BARROS, Marcelo Alves. **O ensino da Física no Brasil: problemas e desafios**. XII Congresso Nacional de Educação. PUCPR. 2015. p. 10980- 10989.

COSTA, Marcia. **Simulação Computacional no Ensino de Física: Revisão sistemática de Publicações da área de Ensino**. VI Seminário Internacional sobre Profissionalização de Docente. CATEDAL/UNESCO. 2021. P. 7532- 7544.

CONFORTIN, Carolina Krupp Consul. IGNÁCIO, Patrícia. COSTA, Rosângela Menegotto. **Uma aplicação da sala de aula invertida no ensino de física para a Educação Básica**. Revista Educar Mais. Pelotas, v. 2, n. 1, 2018.

CREATIVE COMMONS – UNIVERSIDADE DO COLORADO. Simulações Interativas PhET. Disponível em: <http://phet.colorado.edu>. Acesso em: 03 jan. 2022.

HATTIE, J. **Aprendizagem visível para professores: Como maximizar o impacto da aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2017

HORN, M. B; STAKER, H. **Blended: Usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia e Meio Ambiente no Brasil**. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. 2007

MORA REYES, J. Z.; MORALES RIVERA, S. P.. **Fortalecimiento en los procesos lecto-escritos en primera infancia a través de blended-learning**. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, v. 14, p. 112-135, 2016.

MORAN, J. **Educação híbrida: um conceito chave para a educação, hoje**. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Org.). Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarcísio; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2015.

MARTINS, Lilian Cassia Bacich. **Implicações da organização da atividade didática com uso de tecnologias digitais na formação de conceitos em uma proposta de ensino híbrido**. 2016. 317 f. Tese (Doutorado- Programa de Pós-Graduação em Psicologia). Universidade de São Paulo- São Paulo, 2016.

MANFREDI, Sílvia Maria. **Metodologia do ensino- diferentes concepções**. Campinas, 1993.

MIRANDA, M.S.. **Objetos virtuais de aprendizagem aplicados ao ensino de física: uma sequência didática desenvolvida e implementada nos conteúdos programáticos de física ondulatória, em turmas regulares do nível médio de escolarização que utilizam um sistema apostilado**. 126 f. Tese(Mestrado- PPGECE. Univerdade Federal de São Carlos- UFSCar. São Carlos, 2013

NASCIMENTO, T.E; COUTINHO, C. **Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências**. Multiciência Online, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santiago, v.2, n.3, p.134-153, 2016.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Sala de aula invertida (flipped classroom): Inovando as aulas de física**. Física na Escola. v. 14. n.2, Porto Alegre, RS. 2016.

SANTOS, Glauco de Souza. **Espaços de aprendizagem**. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Org.). Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

SCHMITZ, Elieser Xisto da Silva. **Sala de aula invertida: uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem**. 2016. 185 f. Tese (Mestrado – Programa de Pós – Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede). Universidade Federal de Santa Maria- UFSM. Rio Grande do Sul, 2016.

STUDART, Nelson. **Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas**. Revista do Professor de Física, Instituto de Física - Universidade de Brasília. v. 3, n. 3, p. 1-24, Brasília, 2019.

VALENTE, José Valente; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; GERALDINI, Alexandra Fogli Serpa. **Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino**. Revista Diálogo Educacional, v. 17, n.52, 2017, p. 455-478. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Paraná, 2017.

VALENTE, J. A. **Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala invertida**. Educar em Revista, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014, p. 79-97. Editora UFPR, 2014.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa: Como ensinar**. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.