

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA

Danay Manzo Jaime

Título: O uso de simulações no Ensino de Física: uma sequência didática para o estudo de gases.

Florianópolis

2023

Danay Manzo Jaime

Título: O uso de simulações no Ensino de Física: uma sequência didática para o estudo de gases.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Física do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina no requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Licenciatura em Física.

Orientador(a): Prof. André Ary Leonel, Dr.

Florianópolis

2023

Manzo Jaime, Danay

O uso de simulações no Ensino de Física: uma sequência didática para o estudo de gases. / Danay Manzo Jaime ; orientador, André Ary Leonel, 2023.
122 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Física, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Física. 2. Sequência Didática. 3. Ensino de Física. 4. Simulações computacionais. 5. Gases ideais. I. Ary Leonel, André. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Física. III. Título.

Danay Manzo Jaime

Título: O uso de simulações no Ensino de Física: uma sequência didática para o estudo de gases.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de “Licenciada em Física” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Licenciatura em Física.

Florianópolis, 03 de agosto de 2023.

Coordenação do Curso

Banca examinadora

Prof. André Ary Leonel, Dr.

Orientador

Prof. Paulo José Sena dos Santos, Dr.

Departamento de Física / UFSC

Prof. Israel Müller dos Santos, Me.

IFSC/Araranguá

Florianópolis, 2023

AGRADECIMENTOS

- Aos meus pais por sempre estarem para me apoiar.
- Ao Professor Dr. André Ary Leonel por orientar esta pesquisa.
- Ao Alejandro Mendoza pela ajuda no processo de formação como um todo.
- Aos colegas do laboratório pelas suas contribuições e por me escutar toda vez que precisei.
- Agradeço aos integrantes da banca que gentilmente aceitaram o convite para avaliar este trabalho.

A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo
(Nelson Mandela, 2003)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo inicial obter um panorama geral das publicações na área de Ensino de Física que envolvem o uso de simulações computacionais. A partir da metodologia de análise de conteúdo (BARDIN, 2011) foram selecionados trabalhos da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e do Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF). Os trabalhos encontrados mostram as potencialidades e desafios que o uso de simulações computacionais apresenta para o Ensino de Física. Como potencialidades os trabalhos destacam que as simulações: ampliam o poder de observação e compreensão do fenômeno que está sendo trabalhado, apresentam o conteúdo de forma mais interessante para os educandos, trazem maior interação em sala de aula, levam a uma melhor visualização de conceitos abstratos e que educando se torna agente ativo em sala de aula. Os possíveis desafios que foram citados são: dificuldade do processo de modelagem do fenômeno, falta de uma maior pesquisa na área, necessidade do educador conseguir mostrar as limitações que o modelo apresenta, necessidade das escolas estar equipadas com computadores e internet e que o educador precisa de uma preparação para aprender a trabalhar tanto como modelagem como com o próprio *software* de simulação. A segunda etapa traz a construção de uma sequência didática, elaborada levando em conta os princípios do Design Educacional. O tema a ser tratado foi o estudo dos gases, através da utilização do software computacional PhET. A sequência foi projetada com o intuito de preparar aulas mais interativas, em que o educando tivesse um papel ativo na construção do conhecimento e o educador fosse o mediador dessa construção.

Palavras-chave: Ensino de Física, Simulações computacionais, Design Educacional, Sequência Didática, Gases ideais.

ABSTRACT

The present work has as initial goal to present an overview on the recent literature related to Physics Teaching involving the use of computational simulations. Based on the methodology of content analysis (BARDIN, 2011), works from the Brazilian Journal of Physics Teaching (RBEF) and the Brazilian Journal of Physics Teaching (CBEF) were selected. The publication selection presented show the potentialities and challenges that the use of computational simulations presents for Physics Teaching. As potentialities, the works highlight that simulations: expand the power of observation and understanding of the phenomenon being worked on, present the content in a more interesting way for students, bring greater interaction in the classroom, lead to a better visualization of abstract concepts and that the student becomes an active agent in the classroom. The possible challenges that were cited are: difficulty in the process of modeling the phenomenon, lack of further research in the area, the need for educators to be able to show the limitations that the model presents, the need for schools to be equipped with computers and the internet, which educators need of a preparation to learn to work both with modeling and with the simulation software itself. In the second stage of this Undergraduate thesis, we present the construction of a didactic schedule, elaborated taking into account the principles of Educational Design. The topic selected to be discussed was the study of gases using the computational software PhET as supporting tool for simple experiments. The sequence was designed with the aim of producing more interactive classes, in which the student had an active role in the construction of its knowledge and the educator acts as a mediator of this construction.

Keywords: Physics Teaching, Computer Simulation, Educational Design, Didactic Sequence, Ideal gases.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: As cinco etapas do Design Educacional: design, implementação, validação, avaliação e re-design. Fonte: Pietrocola (2017).	6
Figura 2: Esquema dos equipamentos utilizados para as atividades experimentais (MORO <i>et al.</i> , 2016)	34
Figura 3: Transferência de energia térmica por convecção em diferentes materiais (ENERGY2D).	35
Figura 4: Simulação envolvendo a propagação de calor por condução (ENERGY2D).	35
Figura 5: Transferência de energia térmica por radiação (PHET).	36
Figura 6: Interface gráfica do ambiente de modelagem WorldMaker.	37
Figura 7: Interface do simulador (PHET).	47
Figura 8: Representação da mudança de temperatura num gás.	53
Figura 9: Representação da mudança da pressão em um gás.	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Número de trabalhos obtidos inicialmente no CBEF e RBEF.....	11
Quadro 2 : Número de trabalhos reportados para cada área de conhecimento da Física no CBEF.....	12
Quadro 3: Número de trabalhos reportados para cada área da Física no RBEF.....	13
Quadro 4: Número de trabalhos reportados para cada área de conhecimento da Física na RBEF e no CBEF.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características dos diferentes estados da matéria.	43
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DE	Design Educacional
SD	Sequência Didática
RBEF	Revista Brasileira de Ensino de Física
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
REF	Revista de Ensino de Física
CCEF	Caderno Catarinense de Ensino de Física
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
TIC	Tecnologias da Informação e da Comunicação
FM	Física Moderna
EM	Ensino Médio
SDI	Simulações Didáticas Interativas
PCM	Processo de Construção do Modelo
P	Pressão
V	Volume
T	Temperatura
SI	Sistema Internacional
Pa	Pascal
m ³	Metro cúbico
K	Kelvin
N	Número de partículas
n	Número de mols do gás
R	Constante dos gases ideais

LISTA DE SÍMBOLOS

- α Proporcional
- $>$ Maior

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	METODOLOGIA DA PESQUISA	4
3	DESIGN EDUCACIONAL	6
4	USO DE SIMULAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	8
5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (DUAS REVISTAS)	11
5.1	DISCUSSÃO SOBRE OS TRABALHOS SELECIONADOS	13
5.2	TRABALHOS ABORDANDO DIRETAMENTE A TERMODINÂMICA	33
5.3	POTENCIALIDADES E DESAFIOS APRESENTADOS PELOS TRABALHOS SELECIONADOS	38
6	PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA	40
6.1	QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	42
6.2	PRIMEIRA AULA: ESTADOS DA MATÉRIA	42
6.3	TAREFA DE CASA	45
6.4	SEGUNDA AULA: SIMULADOR E GRANDEZAS ENVOLVIDAS	45
6.5	TAREFA DE CASA	50
6.6	TERCEIRA AULA: SIMULAÇÃO DE SITUAÇÕES COTIDIANAS ENVOLVENDO O CONTEÚDO DE GASES	50
6.7	TAREFA DE CASA	53
6.8	QUARTA AULA: RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS DE ESTADO	54
6.9	TAREFA DE CASA	57
6.10	QUINTA AULA: AVALIAÇÃO	58
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS	64
	APÊNDICE A	67

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Física visa ajudar os alunos a perceberem esta ciência como um sistema coerente de conceitos e princípios relacionados com o mundo que os rodeia. Nas últimas duas décadas, pesquisas sobre o Ensino de Física têm mostrado que a maioria dos alunos encontra vários fatores que dificultam seu aprendizado (MOREIRA, 2021), sendo que alguns deles estão diretamente relacionados à forma com que a física é ensinada nas escolas (PLOETZNER *et al.*, 2009).

Ao ministrar aulas de física, os educadores frequentemente empregam representações alternativas, que vão desde descrições com texto e imagens dos fenômenos físicos a representações simbólicas e gráficas dos conceitos e princípios físicos. Representações complementares podem descrever vários aspectos de um mesmo fenômeno ou conceito físico que não poderia ser descrito por meio de uma representação única. Quando implementadas, elas trazem um entendimento mais aprofundado do sistema que está sendo estudado. O uso de computadores oferece uma oportunidade adicional para os educadores tirarem proveito de representações dinâmicas que são usadas para descrever fenômenos e conceitos físicos que mudam no tempo e no espaço (PLOETZNER *et al.*, 2009).

O desenvolvimento significativo da Internet nos dias de hoje torna possível a transmissão de documentos contendo texto, som e vídeo. Com a introdução de linguagens como o *Java*, pequenos programas de multimídia foram adicionados a páginas web. Sendo assim, educadores e educandos puderam se beneficiar de simulações computacionais disponíveis gratuitamente na web (MARTINS, A.; FIOLEAIS, C. Y PAIVA, 2003).

O uso educacional de simulações computacionais oferece aos educandos a oportunidade de descobrir as propriedades de um modelo por meio da aquisição e análise de dados fornecidos por programas. Essas atividades tendem a promover habilidades de resolução de problemas nos estudantes (LIU; ANDRE; GREENBOWE, 2008). As possibilidades de uso dos computadores como ferramenta pedagógica vêm sendo discutidas cada vez com maior frequência. Dentre essas possibilidades, a simulação de experimentos de física tem sido a mais explorada. O uso de programas de simulação permite uma melhor compreensão de alguns fenômenos físicos, uma vez que inclui elementos gráficos e animações no mesmo ambiente. Isso, juntamente com o interesse dos educandos pelas tecnologias, poderia tornar o processo de

ensino-aprendizagem mais eficiente e agradável (DING; FANG, 2009; SENDEL, E. Y OZDEN, 2010).

Zacharia e Anderson (ZACHARIA; ANDERSON, 2003) defendem um Ensino de Física que leve os educandos a uma compreensão conceitual do fenômeno que está sendo tratado. Eles mencionam que o uso de simuladores pode e deve auxiliar em sala de aula, com o objetivo de fomentar experiências interativas com o fenômeno físico que está sendo trabalhado. Vale destacar que, mesmo diante desses benefícios, devemos ser cautelosos, deixando claras as limitações relacionadas ao modelo que está por trás da simulação que está sendo utilizada. É primordial explicar para os educandos que os sistemas reais são extremamente complexos e que as simulações são desenvolvidas baseadas em modelos que já apresentam simplificações e aproximações da realidade (YEO *et al.*, 2004).

Pensando nas possibilidades que o uso de simulações traz para o Ensino de Física, este trabalho de conclusão de curso assume como objetivo geral: Propor uma sequência didática para o estudo dos gases, explorando as potencialidades das simulações, a partir das contribuições apresentadas pela literatura da área. Com a finalidade de alcançar esse objetivo, o trabalho foi estruturado em três objetivos específicos, quais sejam: i) Obter um panorama das publicações dos últimos anos sobre as contribuições e desafios relacionados ao uso de simulações no Ensino de Física, a partir das duas revistas brasileiras mais antigas da área de pesquisa, a saber: Revista Brasileira de Ensino de Física e Caderno Brasileiro de Ensino de Física; ii) investigar recursos computacionais que contribuem para a construção de uma sequência didática para o estudo dos gases; iii) construir uma sequência didática para o estudo dos gases, com uso de simulações, que leve em consideração as contribuições e desafios apresentados pelas pesquisas da área.

Quanto a estruturação da sequência didática, foram elencados os seguintes objetivos: abordar o modelo cinético-molecular para gases, por meio de uma simulação que representa o modelo e os comportamentos dos gases; introduzir as grandezas físicas macroscópicas que serão estudadas na unidade (temperatura, pressão, volume e quantidade de matéria); ilustrar os processos microscópicos responsáveis pela emergência das grandezas físicas macroscópicas observáveis num sistema gasoso; Criar relações mentais entre o comportamento microscópico dos gases representado na simulação com as grandezas macroscópicas mais abstratas, permitindo um pensamento usando a teoria cinético-molecular da matéria, uma melhor

manipulação mental e a possibilidade de se adquirir intuição a respeito destes últimos conceitos e dos processos termodinâmicos em um gás; Perceber conceitualmente as correlações entre as grandezas físicas: pressão, volume, temperatura e quantidade de matéria.

O próximo capítulo apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa atual propõe inicialmente obter um panorama das publicações dos últimos anos sobre o uso de simulações no Ensino de Física, buscando assim entender suas potencialidades e limitações enquanto recurso didático e com isto suas possibilidades de uso como recurso pedagógico. Sendo assim, analisaremos um conjunto de artigos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) por serem as revistas mais antigas na área de Ensino de Física no Brasil.

A RBEF surgiu devido ao crescimento dos diversos grupos de ensino no Brasil, o que levou à criação de um veículo próprio onde pudessem aprofundar e dar a conhecer os trabalhos e conhecimentos relacionados à área de Ensino de Física. Assim, no ano de 1979 foi criada a Revista de Ensino de Física (REF), revista mais antiga editada no Brasil e dedicada com exclusividade ao Ensino de Física. A partir do ano de 1992, a REF passou a se chamar Revista Brasileira de Ensino de Física, nome que é mantido até a atualidade (NARDI, 2014; PENA, 2009). No mesmo século XX, especificamente no ano 1984, foi criado o Caderno Catarinense de Ensino de Física (CCEF) pelos professores do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com objetivo de apresentar um instrumento que permitisse a troca de experiências educacionais entre todos os professores de Santa Catarina. No ano de 2002 o nome dessa revista foi mudado para Caderno Brasileiro de Ensino de Física, dando a ela um caráter mais nacional (NARDI, 2014; PENA, 2009).

Para fazer a análise dos trabalhos encontrado será utilizada a “Análise de conteúdo” (BARDIN, 2011), que é uma análise de dados qualitativos. Para aplicarmos a metodologia mencionada, devemos seguir três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, a interferência e interpretação. A primeira etapa tem como objetivo a escolha dos documentos que tratam o tema a ser estudado, a formulação das hipóteses, os objetivos do trabalho e a elaboração de indicadores que encaminhem à interpretação final. A segunda etapa consiste em codificar ou enumerar os trabalhos selecionados e a terceira etapa consiste em tratar os resultados de maneira a serem significativos e válidos.

Já a construção da sequência didática será orientada pela perspectiva do design educacional (PLOMP, T.; NIEVEEN, 2007).

Segundo Plomp e Nieveen (2007):

A pesquisa de design educacional é o estudo sistemático de concepção, desenvolvimento e avaliação de intervenções educacionais (como programas, estratégias de ensino-aprendizagem e materiais, produtos e sistemas) como soluções para problemas complexos na prática educacional, que visa avançar nosso conhecimento sobre as características dessas intervenções e dos processos de concepção e desenvolvimento (p. 13).

O conteúdo trabalhado na sequência didática elaborada será o modelo cinético-molecular para gases. Com o objetivo de alcançar uma maior participação dos alunos (ARAÚJO *et al.*, 2021) e realizar pesquisas sobre a metodologia que está sendo estudada, será utilizado o simulador computacional do phet.colorado¹. A escolha dessa simulação é devido a que ele já foi utilizado pela autora desse trabalho numa aula apresentada no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina e os educandos elogiaram muito tanto o simulador utilizado quanto a facilidade no entendimento do conteúdo. É estabelecido na literatura que simulações computacionais auxiliam os estudantes na compreensão de vários fenômenos da Física. No nosso caso, temos como objetivo ilustrar, mediante uma representação simplificada, um fenômeno físico imperceptível a olho nu. O uso do simulador permite ainda modelar situações do cotidiano do aluno, mostrando para ele como a Física explica o funcionamento da natureza. O simulador de gases ideais proporcionará também a visualização das grandezas físicas envolvidas nas situações estudadas e ajudará a desenvolver seu raciocínio lógico.

¹ PhET Interactive Simulations, é um projeto de recursos educativos abertos e sem fins lucrativos que apresenta simulações diversas.

3 DESIGN EDUCACIONAL

O Design Educacional (DE) é uma metodologia que apresenta um caráter intervencionista, promovendo ligações entre a teoria e a prática e sempre apresentando contribuições para cada uma delas. Ele combina a pesquisa educacional e o ambiente de aprendizagem, gerenciando o processo como um todo, desde o surgimento da ideia até sua implementação. Durante sua preparação e aplicação se fazem análises constantes, já que elas servirão no aprimoramento da própria metodologia que está sendo aplicada.

O papel do pesquisador é diferenciado, já que ele não seria inicialmente um mero observador que logo interpreta o que está acontecendo. Na metodologia de DE o pesquisador é um agente ativo, ele desenvolve o experimento de ensino, sendo responsável pelo processo com um todo. O pesquisador deve apresentar conhecimento sobre quais seriam as melhores abordagens didáticas para um determinado tema, a literatura de maior relevância e a teoria que precisa ser trabalhada. Além disso, ele deve saber justificar a sua abordagem didática e projetar a sequência de ensino de forma que os futuros professores que forem aplicar ela, sejam capazes de conseguir alcançar os objetivos propostos na hora da elaboração da mesma (LIJNSE, 2010). Sendo assim, o pesquisador gerencia o processo de forma geral, desde o surgimento da ideia até a sua implementação de forma efetiva.

O processo de desenvolvimento da metodologia de Design Educacional envolve, basicamente, 5 etapas: o design propriamente dito, a implementação, a validação, a avaliação e o re-design. Essas etapas podem ser evidenciadas na Figura 1.

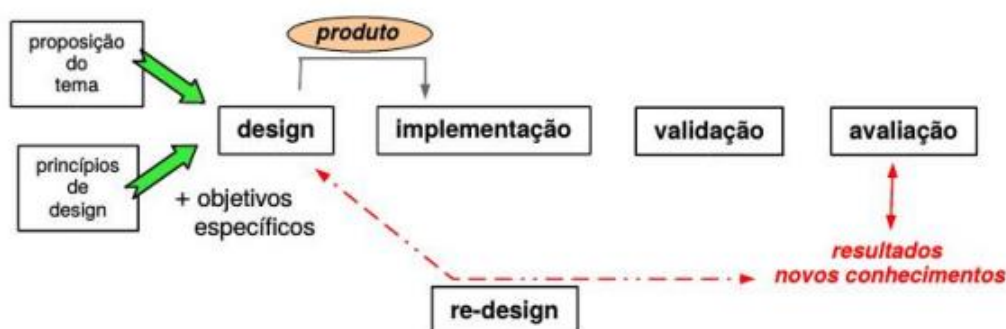


Figura 1: As cinco etapas do Design Educacional: design, implementação, validação, avaliação e re-design. Fonte: Pietrocola (2017).

Cada etapa será descrita a seguir:

- Design: Consiste na preparação do produto educacional, no caso, um material didático contendo instruções para a sua implementação. Essa etapa é constituída pela seleção do tema, as teorias metodológicas que serão utilizadas e os objetivos específicos.
- Implementação: Está dada pela colocação em prática, pelo professor, do produto da etapa de design em um contexto educacional real (as escolas). Essa etapa é sumamente importante, já que gerará dados para futuras análises.
- Validação: Onde ocorre a validação da S.D, se ela foi fiel aos objetivos traçados inicialmente e se está em concordância com as metodologias utilizadas. Aqui será realizada a análise do que funcionou ou não durante a etapa de implementação.
- Avaliação: Se encontra composta por três critérios: a validade, a efetividade e a praticidade da SD que foi ministrada.
- Re-design: Aqui é realizado um re-planejamento da S.D com base na avaliação prévia. Todos os apontamentos e alterações sugeridos anteriormente podem ser levados em consideração nas próximas implementações, melhorando assim o material didático que foi construído.

4 USO DE SIMULAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

As últimas décadas trouxeram uma ascensão do uso das tecnologias alinhado ao avanço da ciência, devido ao desenvolvimento de computadores, a disseminação do seu uso, a invenção da Internet e em específico ao desenvolvimento de softwares especializados. A tendência do dia a dia é o uso de diferentes ferramentas e dispositivos tecnológicos na sociedade. O sistema educacional não tem sido imune a essa evolução, pelo contrário, por maior que seja a defasagem no ambiente escolar em relação à integração, estudos como o de Andrade 1994, o Medeiros 2002 e o Araújo 2021 (ANDRADE *et al.*, 1994; ARAÚJO *et al.*, 2021; MEDEIROS; MEDEIROS, 2002) apontam para o crescimento do uso dessas novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, gerando com isso mudanças no papel do educador e do educando em sala de aula.

A introdução das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) no processo educacional pode trazer mudanças no processo de ensino-aprendizagem e vários pesquisadores da área têm se dedicado a estudar e compartilhar suas opiniões sobre essas novas ferramentas (ANTUNES DE MACÊDO, 2009; CUPERTINO *et. all.*, 2020). Especificamente na área da Física, onde trabalha-se com conceitos técnicos e abstratos, o uso de computadores e de simulações especificamente, oferecem um auxílio importante para a aprendizagem dos mesmos. As simulações computacionais podem trazer maior liberdade para explorar, observar e analisar um determinado fenômeno (REUSCH, 1996).

O Ensino de Física em escolas e universidades tem sido uma tarefa difícil para a maioria dos educadores. Dentre as razões para isso temos que a Física lida com conceitos que precisam uma dose alta de abstração e que ao mesmo tempo são apresentados utilizando uma linguagem matemática. Conceitos como o de partículas subatômicas, propriedades do espaço-tempo em altas velocidades e outros processos de elevada complexidade escapam da intuição vinda da nossa experiência diária. Esses tipos de situações fazem com que, em ocasiões, o educando sinta-se entediado e até frustrado por não conseguir compreender o conteúdo apresentado (TRAMPUS, M. & VELENJE, 1996).

Neste contexto, simulações computacionais podem ser de grande utilidade, pois elas vão muito além de simples animações permitindo a geração e o estudo de dados que hipoteticamente descrevem um determinado problema. Isso permite, no

educando, o desenvolvimento de uma espécie de intuição ou conhecimento primário que se encontra na base da compreensão de qualquer fenômeno físico (GADDIS, 2000). Esse processo, promovido pela interação com simulações computacionais, que trazem situações diversas através do *input* de parâmetros escolhidos pelo educador ou pelo próprio educando, fazem com que tenhamos dentro da mesma simulação situações diversas sendo representadas.

É importante ressaltar que toda simulação se baseia num modelo matemático que “descreve” uma situação real, modelo que depois é matematizado e processado pelo computador, com a finalidade de apresentar uma animação. Sendo assim, toda simulação computacional está necessariamente baseada na existência de um modelo que dá suporte e valida à ideia apresentada. Muitas são as vantagens das simulações serem utilizadas em sala de aula para o ensino. Dentre os principais benefícios citados pela literatura, cabem destaque:

- Alto nível de interatividade dos educandos;
- Maior interesse do educando na sala de aula;
- Teste de diversas hipóteses;
- Tornar conceitos abstratos mais concretos;
- Promover habilidades de raciocínio crítico;
- Compreensão mais aprofundada do fenômeno físico.

No entanto, é importante observar que, embora as simulações computacionais sejam um trunfo no ensino e na aprendizagem do educando, elas não são uma garantia de sucesso total. Apesar dos muitos benefícios do uso da simulação no Ensino de Física, também existem alguns desafios que precisam ser enfrentados. Um dos principais desafios é que as simulações podem ser complexas e difíceis de usar, o que pode dificultar o entendimento dos educandos sobre o tema a ser tratado.

É importante destacar que o sistema real é frequentemente complexo demais e a simulação que o descreve está baseada em simplificações e aproximações da realidade. Dependendo da modelagem do sistema físico a ser representado, a simulação se torna mais ou menos “realista” (BERGQVIST, 2000). Esses pressupostos que estão contidos nas simplificações do modelo, passam frequentemente despercebidos pelos educandos e as vezes até são de difícil compreensão para os educadores.

Modelo no nosso contexto seria uma representação idealizada e simplificada da realidade, construído para descrever, prever e/ou explicar um determinado fenômeno. Em física são utilizados modelos matemáticos, onde as variáveis representam propriedades físicas e com elas são estabelecidas relações que permitem descrever, prever e explicar um determinado fenômeno que está querendo ser estudado.

Durante a modelização são realizadas escolhas, simplificações, aproximações e idealizações imprescindíveis ao processo, já que devido à complexidade do sistema real, seria impossível tratar todas as características presentes e estabelecer relações entre elas. Isto não faz com que o processo de modelização seja comprometido, é devido às dificuldades matemáticas e instrumentais. O grau de precisão do modelo é definido por quem está realizando o processo de modelização, dependendo do que se deseja mostrar, são decididas as simplificações e aproximações, o que vai limitando o quanto o modelo vai reproduzir o que observamos no sistema real.

É importante entender que uma animação nunca é uma cópia fiel da realidade. A modelagem precisa estar clara para educadores e educandos, os limites de validade do modelo precisam ser discutidos, senão as simulações podem causar mais danos no processo de aprendizagem do que frutos.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (DUAS REVISTAS)

No presente trabalho, o processo inicial corresponde a uma pré-análise, onde são levantados os artigos publicados no CBEF e na RBEF. A palavra-chave utilizada na pesquisa no CBEF foi “simulações” e com isto foram encontrados 27 trabalhos ao todo. Quando utilizada a mesma metodologia de busca na RBEF foi reportado somente um trabalho, pelo que o caminho para a seleção dos trabalhos abordando o tema modificou-se no caso dessa revista. Primeiramente a pesquisa foi realizada manualmente para cada ano, foram lidos os títulos dos trabalhos reportados, separando assim todos os trabalhos que tratavam o tema de simulações ou recursos computacionais, sendo 101 trabalhos ao todo. O número de trabalhos encontrados em ambas revistas se encontra reportado por ano no Quadro 1.

Quadro 1: Número de trabalhos obtidos inicialmente no CBEF e RBEF.

Revista	Ano	Número de trabalhos
Caderno Brasileiro de Física	2009	1
	2010	1
	2012	7
	2014	1
	2015	3
	2016	2
	2017	6
	2019	1
	2020	2
	2021	1
	2022	2
Total - CBEF		27
	1995	2
	1997	1
	1998	1
	2000	3
	2001	3
	2002	22
	2003	3
	2004	3
	2005	2
	2006	5
	2007	5
	2008	3
	2009	1
2010	3	

Revista Brasileira de Ensino de Física	2011	7
	2012	4
	2013	1
	2014	1
	2015	3
	2016	5
	2017	2
	2018	3
	2019	3
	2020	5
	2021	5
	2022	4
	2023	1
Total - RBEF		101

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Após separados os trabalhos encontrados, no caso do CBEF, os títulos e os resumos de cada trabalho foram lidos. Com esse segundo passo, de 27 trabalhos encontrados inicialmente, 18 trabalhos estavam diretamente vinculados com o tema da nossa pesquisa. Os trabalhos foram divididos por área de conhecimento da Física à que faziam referência, esses dados se encontram reportados no Quadro 2.

Quadro 2 : Número de trabalhos reportados para cada área de conhecimento da Física no CBEF.

Caderno Brasileiro de Física	
Área	Quantidade de trabalhos
Mecânica	3
Astronomia	2
Física Moderna	6
Eletromagnetismo	4
Termodinâmica	1
Geral	2

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

No caso da RBEF, dos 101 trabalhos reportados inicialmente, 54 entravam especificamente abordando o tema de uso de simulações computacionais no Ensino de Física. Logo, eles foram divididos também por área de conhecimento da Física à que faziam referência, esses dados se encontram reportados no Quadro 3.

Vale destacar que o total de trabalhos no quadro anterior é de 55, isso se deve a que o trabalho RBEF38 traz a discussão de duas áreas do conhecimento, sendo elas Mecânica e Física Nuclear.

Quadro 3: Número de trabalhos reportados para cada área da Física no RBEF.

Revista Brasileira de Ensino de Física	
Área	Quantidades de trabalhos
Mecânica	19
Eletromagnetismo	6
Óptica	3
Físico-Química	3
Astronomia	6
Física Nuclear	3
Mecânica Estatística	1
Termodinâmica	1
Mecânica Clássica	3
Geral	10

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Após os trabalhos terem sido divididos por área do conhecimento da Física à que faziam referência, todos eles foram codificados e colocados no Apêndice.

Tanto no CBEF quanto na RBEF os trabalhos que foram desconsiderados traziam a palavra simulação para experimentos que simulavam algum aspecto da realidade, mas eram desenvolvidos de forma manual. Outro motivo para desconsiderar trabalhos foi que alguns traziam a palavra simulação no texto, porém não traziam nada sobre programas utilizados para resolver algum problema da área da Física ou sobre o uso desse recurso no Ensino de Física. Também existia uma grande quantidade de trabalhos que usava as simulações para resolver equações matemáticas sem focar no conteúdo abordado e/ou no processo de ensino-aprendizagem da Física.

5.1 DISCUSSÃO SOBRE OS TRABALHOS SELECIONADOS

Nessa seção serão discutidas as conclusões apresentadas pelos trabalhos selecionados tanto no CBEF quanto na RBEF. Com isto pretendemos mostrar quais são as potencialidades e desafios que o uso de simulações traz como recurso didático para ser utilizado em sala de aula.

No trabalho CBEF1 é apresentado um material didático sobre astronomia que faz uso das TIC para ser utilizadas como material de apoio no ensino a distância. É mencionado pela autora que os modelos utilizados têm a intenção de colaborar com a superação das dificuldades existentes nos educandos para a compreensão dos fenômenos a serem estudados. Também é destacado que essa ferramenta pode ser utilizada no ensino presencial e que não é necessário conhecimento prévio. Não

existiu uma discussão aprofundada sobre a importância dessa ferramenta de ensino de forma geral.

O artigo CBEF2 traz uma proposta didática para inserir as simulações no Ensino de Física. É destacado pelos autores que nesse processo o educador tem um papel fundamental, sendo ele quem seleciona a simulação mais adequada para o conteúdo que está querendo apresentar e quem realiza a mediação para que o processo de ensino/aprendizagem não se veja afetado. Como resultado os autores mencionam que com o uso de simulações computacionais os educandos mostraram-se mais curiosos e acharam o conteúdo mais interessante, o que levou a uma maior interação durante a aula ministrada. Foi realizado durante o processo uma avaliação final onde, com as respostas dadas pelos educandos, os autores chegaram à conclusão de que houve um ganho conceitual sobre o tema abordado. Sendo assim, foi concluído no trabalho que o uso de simulações é importante como ferramenta de ensino, melhorando com seu uso a aprendizagem significativa do estudante.

O artigo CBEF3 dá uma maior ênfase à etapa de modelagem e sua importância para o Ensino de Física. É destacado que a modelagem pode romper com o comportamento passivo do educando perante os conteúdos de Física e pode fazer com que sua aprendizagem ocorra de forma mais sólida, mostrando a eles o sentido dos conceitos já estudados. Em conjunto com a modelagem, utilizam os *softwares* *Modellus* e *Tracker* para desenvolver simulações que descrevem o comportamento de um pêndulo em diferentes situações. É discutido pelos autores que, mesmo tendo entusiasmo perante a atividade, os educandos se mostravam desconfortáveis com a abertura que a atividade apresentava na hora das escolhas que deviam realizar para o desenvolvimento do seu respectivo modelo. A possível causa trazida pelos autores a esse fato é a herança do ensino tradicional, que incentiva aos educandos à passividade, recebendo o conhecimento sem ter que procurar o caminho para chegar ao mesmo. Finalmente, é trazida na conclusão a importância de usar a modelagem de forma equilibrada, já que os educandos mostram bastante dificuldade nessa etapa do processo.

O artigo CBEF4 faz ênfase em que o ensino na atualidade passa por um processo de escolha de recursos que podem ser utilizados em sala de aula. Os autores do trabalho tinham como expectativa que as aulas se tornassem mais atrativas e os educandos tivessem um melhor rendimento com a utilização de recursos diferenciados. É destacado como conclusão de que os objetivos foram cumpridos e

os educandos apresentaram uma melhora no desempenho. Sendo assim, foi mostrado que cada recurso utilizado em sala de aula traz suas potencialidades, porém apresentam limitações que devem ser trabalhadas pelo educador de forma correta em cada caso. Os autores sugerem uma complementaridade dos recursos que se encontram a disposição do educador, para que o processo de ensino/aprendizagem não se veja afetado e a finalidade do processo, que é o educando apresentar um entendimento mais completo do fenômeno, seja alcançada. O trabalho mostra-se favorável ao uso das TIC na educação e menciona que podem trazer grandes contribuições, porém reafirmam que é precisa uma maior pesquisa na área, com estudos mais aprofundados por parte da comunidade de educadores.

No artigo CBEF5 os autores utilizam experimentos de baixo custo em conjunto com simulações computacionais criadas por eles. A proposta de utilizar experimentos de baixo custo se deve à falta de laboratórios e recursos existentes nas escolas de Ensino Médio, mas também é mencionado que possibilita ao educando aprender a desenvolver ciência com materiais do seu cotidiano. Por outro lado, as simulações contribuíram para ampliar o poder de observação dos educandos, mediante o uso de uma alternativa que traz informações sobre o fenômeno estudado que seriam impossíveis de reproduzir em um laboratório. É destacado que nas simulações os educandos conseguem mudar vários parâmetros, fazendo com que melhore o entendimento do fenômeno que está sendo trabalhado. O foco do trabalho não é dado ao uso de uma ferramenta de forma isolada e sim ao uso de maneira conjunta, pois essa forma segundo os autores potencializa o conhecimento e acerca o educando à ciência.

No artigo CBEF6 é tratada a chegada das novas tecnologias da informação e da comunicação ao cotidiano dos educandos e como isso deve provocar um processo de reflexão no Ensino atual. É destacado pelos autores que o uso de simulações computacionais, adequadas ao conteúdo e mediadas pelo educador, estimulam, motivam e fazem com que o educando se sinta engajado, melhorando dessa forma o processo de ensino/aprendizagem. É importante a reflexão realizada no trabalho sobre o educador, que além de saber selecionar e planejar quais assuntos vão ser tratados e trabalhados com a simulação, precisam discutir com os educandos as limitações que o modelo que está sendo utilizado apresenta.

No artigo CBEF7 a autora apresenta as bases teóricas e a metodologia para a elaboração de materiais didáticos hipermídia. É destacado pela autora que após

uma avaliação preliminar desses materiais, os educandos manifestaram que existia facilidade no uso desses aplicativos e uma resposta positiva quando avaliado o processo de aprendizagem. Não era foco do trabalho discutir especificamente o uso de simulações computacionais de forma isolada.

No artigo CBEF8 os autores refletem sobre os laboratórios virtuais cumprirem os mesmos objetivos que os laboratórios tradicionais, fazendo com que os educandos desenvolvam a arte da experimentação, habilidades de experimentação e análise, aprendizagem conceitual, entendimento do conhecimento de base da física e habilidades de aprendizado colaborativo. O artigo faz uma comparação de cada um desses pontos entre laboratório tradicional e laboratório virtual, concluindo que o uso de computadores para o desenvolvimento de experimentos se mostra positivo. Não é realizada uma discussão sobre os pros e contras desse tipo de laboratórios, mas é mencionado o resultado positivo que os laboratórios virtuais trazem para o ensino de diversos temas da Física. Também não é discutida especificamente a utilização das tecnologias para desenvolvimento de simulações em geral e nem a sua importância como ferramenta de ensino.

O artigo CBEF9 apresenta uma simulação para ser utilizada nos laboratórios de Física Moderna. É mencionado pelo autor que para o ensino a distância, o qual é concentrado em uma menor carga horária, o uso simulação se mostrou significativo. Destaca-se no trabalho a importância e a preocupação de entender melhor qual é o papel das simulações computacionais para o Ensino de Física, sendo mencionado que está em processo a escrita de uma dissertação sobre esse tema. No artigo em se não existem discussões aprofundadas sobre a importância da simulação para o ensino, talvez pelo fato de estar em processo de escrita a dissertação que irá apresentar essas discussões.

No artigo CBEF10 a simulação é utilizada para o ensino de Física Moderna, destacando que ela permite preencher lacunas fenomenológicas que dificultariam a apresentação desses temas para os educandos. Os autores mencionam que as simulações permitem visualizar conceitos abstratos, o que ajuda ao educando a entender melhor os conteúdos e até trabalhar com as possíveis concepções alternativas que ele traz incorporadas. Foi constatado também que os educandos apresentaram uma melhora enquanto à interpretação dos fenômenos físicos, mostrando que os computadores têm eficácia quando utilizados como ferramenta de ensino. Os educandos mostraram-se mais envolvidos com a aula, a interação foi maior

e as discussões mais ricas, trazendo conversas e reflexões que eram difíceis de conseguir com aulas tradicionais. Apesar disso, os autores destacam que o uso dos simuladores deve se dar com cautela, sabendo ser inserido no tema da forma correta e sendo o educador o mediador das interações o tempo todo. Destacam ao longo das conclusões a importância de dar continuidade ao estudo sobre o uso das TIC no Ensino de Física, para assim aprofundar em questões metodológicas e saber o impacto no processo de ensino/aprendizagem que elas apresentam.

No artigo CBEF12 foi desenvolvida uma sequência didática para o ensino de Física Moderna (FM) no Ensino Médio (EM). Os autores utilizaram diversas abordagens metodológicas, sendo uma delas a simulação computacional. É destacado ao longo das conclusões que o uso de simulações na FM é de suma importância pois permite tratar fenômenos que são abstratos para os educandos. No caso desse trabalho, a simulação foi só utilizada pelo educador, apresentando um caráter mais expositivo. Um dos pontos de destaque quando os autores tratam o uso de simulações é a importância do educador conhecer a ferramenta antes dela ser implementada em sala de aula, tendo assim conhecimento prévio das suas funcionalidades e de quais são as limitações que o programa irá apresentar. Caso as simulações sejam utilizadas diretamente pelos educandos, os autores mencionam que deveria existir na sequência didática um tempo para apresentar o *software* e mostrar como ele funciona, para que a aula seguinte ocorra com total aproveitamento. Outro ponto destacado é a quantidade de computadores que seriam precisos para que os educandos consigam operar sozinhos a simulação. Notou-se durante a aplicação da sequência que os educandos apresentaram dificuldade na compreensão, na representatividade dos objetos da simulação e nos seus comportamentos, o que reforçou a importância de desmembrar o simulador antes do seu uso.

No artigo CBEF13 é utilizada a simulação como complemento a um campeonato de avião de papel, ambas coisas foram implementadas para introduzir o conteúdo de hidrodinâmica e revisar conceitos de mecânica. O *Software* utilizado foi o *Modellus*, sendo que os autores destacam o interesse e surpresa que os educandos apresentaram nas aulas de laboratório de informática. Foi destacado nas conclusões que as simulações computacionais ajudaram a compreender os conteúdos abordados com uma maior facilidade e a visualizar melhor o modelo físico que estava sendo tratado. Teve comentários como:

“Foi divertido”, “legal”, “podemos visualizar quase que diretamente o que é visto em aula, nós alunos, nos interessamos mais pelo assunto”

Foi concluído pelos autores que uma sequência didática que utiliza diversos recursos bem complementados e engrenados pode ser uma boa alternativa para melhorar a aprendizagem dos educandos. O uso de simulações computacionais, segundo eles, pode tornar o aprendizado da Física prazeroso e significativo.

No artigo CBEF14 é trazido que o uso das TIC pode ser uma grande aliada dos educadores no Ensino de Física, já que elas além de fazer parte do cotidiano dos educandos, seriam um novo mecanismo de comunicação educador-educando, convertendo-se em um recurso que apresenta familiaridade com o cotidiano do educando. É destacado pelos autores que a visualização do fenômeno físico de uma forma dinâmica, em conjunto com a mediação do educador, facilita a compreensão do educando sobre o tema e sua expressão. Com esses pontos avaliados, pode-se ter uma medida da evolução do conhecimento do educando sobre os conceitos apresentados.

No artigo CBEF15 foi utilizado o *software Modellus* e relatado que a atividade de modelagem trouxe motivação, visualização do fenômeno e uma aproximação da Física com a Matemática. É importante discutir que o artigo menciona as dificuldades técnicas que foram apresentadas: dificuldade para reservar o laboratório de informática, a internet da escola ser lenta, os computadores ser antigos demais, etc. Os autores relatam a importância dos educadores ter uma formação continuada para que consigam assim as ferramentas necessárias para utilizar as novas tecnologias de uma forma que lhes dê maior segurança, principalmente a modelagem computacional na abordagem dos conteúdos de Ciência. Também é trazido na discussão que a abordagem com uso das TIC não deve de forma alguma substituir as atividades experimentais, elas devem ser um complemento. Outro aspecto destacado é que a modelagem trouxe uma maior compreensão do que é ciência e de como ela é feita. Através da modelagem, o educando percebe que a Física tem aplicabilidade e que o conhecimento é construído.

No artigo CBEF16 os autores fazem uso de vários recursos didáticos para o estudo da Física Moderna. As simulações computacionais permitiram contato com experimentos históricos que não conseguiriam ser desenvolvidos de forma real. Sendo assim, o uso de simulações possibilitou que as experiências fossem realizadas

em sala de aula com uma maior facilidade e apenas com o uso do computador. O foco do trabalho é na construção da sequência didática em se é não no uso dos recursos computacionais, pelo que a discussão final não trata muito dos prós e contras do uso desse recurso e nem como ele deve ser apresentado aos educandos.

O artigo CBEF17 traz as simulações computacionais para permitir que educadores e educandos tenham mais uma alternativa de ensino. É destacado pelos autores que as simulações representam fenômenos abstratos e modelados, mencionando que esses modelos são uma “adaptação”, não podendo ser interpretados como cópia fiel da realidade. Simulações devem ser tratadas como sendo alternativas didáticas para a descrição de fenômenos de difícil ou impossível visualização em sala de aula. As simulações, segundo os autores, instigam a curiosidade dos educandos e mantém a sua motivação em sala de aula, já que se apresentam como um recurso que faz parte do seu cotidiano. O uso desse recurso proporcionou uma experiência positiva para os educandos e serviu como ferramenta de ensino para a FM, apresentando potencialidades para gerar atividades onde os educandos têm o protagonismo e podendo resultar em uma aprendizagem significativa após o processo.

No artigo CBEF18 foram desenvolvidas simulações com o uso de *python*, as quais mostraram-se um recurso educacional com grande potencial para o Ensino de Física. Os autores destacam a facilidade de trabalho com essa ferramenta, que potencializa o processo de ensino/aprendizagem devido à maior interatividade e ao contato com recursos tecnológicos e digitais que se encontram próximos à realidade do educando. Mesmo sendo mencionada a importância do uso de simulações em sala de aula, os autores trazem que o número de trabalhos publicados abordando essa temática é baixo. Ressaltam que a maioria dos trabalhos publicados estão voltados à educação superior e que existe pouca preocupação com descrever as limitações e potencialidades trazidas pela linguagem *python*. Um ponto destacado no trabalho é a necessidade de vincular a Física e a Programação, já que cada vez mais as simulações computacionais vêm se mostrando um recurso computacional com potencialidade. O artigo foi escrito na época da Pandemia, onde foi de suma importância o vínculo do Ensino de Física e das TIC.

No trabalho RBEF1 se faz uma revisão da literatura sobre as potencialidades do uso dos computadores no Ensino de Física. Os autores relatam que o uso dos computadores está sendo indiscriminado e não existe um propósito educativo por trás

dele, já que os educadores não apresentam uma teoria de aprendizagem que justifique seu uso. Também destacam que os educadores da época não se preocupam em avaliar os resultados do uso de esse tipo de estratégia de ensino. A crítica realizada é que os computadores são utilizados mantendo as velhas tecnologias educacionais, sem de fato aproveitar o que essa nova tecnologia pode oferecer na área de ensino. É criticada a falta de desenvolvimento dos *softwares* educacionais na área da Física, tanto a nível mundial quando no Brasil propriamente dito e pontuam que, após a leitura dos artigos selecionados, não conseguiram encontrar neles uma confiança plena no uso de programas de simulação, sendo necessária uma maior preocupação pela pesquisa no tema dentro da área de ensino. Vale destacar que esse trabalho foi publicado em 1995, quando o uso de computadores nas escolas estava sendo iniciado.

O trabalho RBEF2 é bem técnico, construindo um programa em C++ para simular o comportamento dinâmico de uma cadeia atômica, mostrando o passo a passo do processo, com a construção do modelo matemático e os resultados obtidos após o programa se apresentar funcional. Nesse aspecto, ele não traz grandes discussões sobre as potencialidades ou desafios que as simulações teriam como recurso didático.

O artigo RBEF3 também se apresenta de forma técnica, mostrando o passo a passo da construção de um programa em C++, dessa vez para descrever o comportamento quântico da Cadeia Monoatômica. Ele é produzido mantendo um dos autores do artigo anterior, pelo que o estilo da escrita e as preocupações enquanto apresentação e discussão dos resultados seriam semelhantes. O artigo é técnico, focado em resolver o problema em questão e sem apresentar discussões relevantes sobre o recurso apresentado para a prática didática.

O trabalho RBEF4 se encontra direcionado para a confecção de dois programas, um de desenho e outro de circuitos elétricos. Mesmo o programa estando ainda na época em etapa de confecção, os autores colocaram várias conclusões do que esperam obter como resultado do uso dessa ferramenta de ensino. Com a aplicação do projeto, esperam constatar uma melhora na aprendizagem significativa durante o uso dos *softwares*. No caso específico do tema de circuitos elétricos eles esperam trabalhar as concepções alternativas que os educandos podem apresentar, aumentar o seu entendimento devido á manipulação do programa e o trabalho com diversas grandezas de forma mais visual. Como conclusão do estudo, os autores

mostram-se favoráveis ao uso de computadores como instrumento de ensino. Para eles o computador é um auxiliar no processo de construção de conhecimento, porém destacam a importância do educador se encontrar familiarizado com o *software* que será utilizado para manter a eficácia do mesmo.

O artigo RBEF5 desenvolve uma simulação para cristais hipotéticos, perseguindo com isso facilitar o entendimento do educando e a visualização da densidade eletrônica. Ele não apresenta conclusões com foco na didática, já que a sua busca desde o início é a resolução de um problema específico.

O artigo RBEF6 discute a utilização da porta de jogos de um PC como interface para adquirir dados com o Arduino. Esse sistema que é apresentado seria de grande utilidade em laboratórios de didática do ensino médio, servindo como suporte na aquisição dos dados de experimentos de forma rápida e simples. Como conclusão, os autores reafirmam o potencial do uso de computadores como instrumentos de modelagem. Segundo eles, o seu impacto como instrumentos de ensino é positivo e possibilitam uma ligação entre experimento e teoria que é raramente alcançada por outros médios.

O trabalho RBEF7 traz uma discussão bem rica enquanto a uso de modelagem no Ensino Médio. Os autores defendem o estudo exploratório com softwares de modelagem, mencionando que a modelagem se torna indispensável para uma mudança radical no Ensino Médio. Eles também destacam que não seria uma substituição do laboratório didático pelas simulações computacionais, que é preciso uma complementação de ambas as ferramentas. Outro ponto destacado é que não se trata de dar exclusividade a um determinado recurso didático, senão de agregar uma nova tecnologia para facilitar o processo de aprendizagem e ajudar na melhor compreensão da ciência. Destaca-se também durante a discussão que, para termos uma mudança efetiva enquanto a ensino/aprendizagem, não basta termos a tecnologia ao nosso alcance, senão fazer um uso adequado dela. Sendo assim, apontam que iniciativas para criar material didático adicional nessa área se faz necessária, para com isto dar suporte a educadores e motivar eles a utilizar essas novas ferramentas de ensino. Os autores mencionam a importância do uso de linguagens amigáveis como *LOGO* e *modellus* para facilitar a interação educador-tecnologia.

O artigo RBEF8 trabalha a análise de movimentos através do *Software Asset Management* (SAM). Como conclusões, os autores mencionam a falta de

conhecimentos matemáticos dos educandos para entender o funcionamento das atividades desenvolvidas nas escolas com o *software*. Uma avaliação do recurso computacional utilizado foi realizada e tanto os educadores quanto os educandos acharam o recurso didático com potencial para ser aplicado em sala de aula. Foi constatado que o aluno fica motivado com a utilização desse recurso e os autores avaliam que ele pode ser considerado uma ferramenta de aquisição de conhecimento.

O trabalho RBEF9 começa as suas conclusões pedindo para serem consideradas tanto as vantagens quanto as limitações do uso das simulações computacionais no Ensino de Física. Os autores não defendem o não uso de simulações no Ensino de Física, porém apontam para a necessidade de uma utilização cuidadosa, reflexiva e nunca exclusiva. A discussão que trazem é para nunca o foco ser um único recurso pedagógico, já que a educação como um todo é complexa demais. Os autores defendem os computadores como sendo bons coadjuvantes, mas não sendo substitutos de experiências com o mundo real. É levantada a questão de estarmos numa época na qual a Informática na educação é quase inquestionável, e os autores acham que devemos ser cautelosos.

O artigo RBEF10 trabalha a construção de um modelo para calcular a energia de rede e a sua contribuição para o calor específico de um sólido isolante a partir da aproximação de Einstein. Essa simulação que foi desenvolvida ajudará os educandos no nível universitário a testarem ideias fundamentais de mecânica estatística. O trabalho não traz discussões acerca das potencialidades e limitações que poderia trazer o uso de simulações computacionais como recurso didático.

O trabalho RBEF11 investiga o uso de simulações computacionais para sua aplicação no sistema massa-mola. Discute a construção do modelo, porém não traz nenhuma discussão sobre os resultados do desenvolvimento dele. Os autores mencionam que é preciso uma integração entre as simulações computacionais e os conteúdos curriculares, porém não discutem o porquê e nem o como isto poderia ser desenvolvido.

O artigo RBEF12 não traz uma conclusão das propostas realizadas. É utilizado um *software* para simular as velocidades em acidentes de trânsito, porém nada é discutido como conclusão do trabalho.

O artigo RBEF13 apresenta a utilização do *software Matemática* aplicado ao uso de ondas sonoras para o Ensino de Física. Os autores reportam a importância do uso de *softwares* para a demonstração de conceitos abstratos de forma básica,

mencionando também que a simulação os ajuda a modelar e interpretar efeitos acústicos que são complexos, o que estimula a criatividade dos educandos.

No trabalho RBEF14, os autores começam com um pré-teste para identificar as concepções espontâneas dos educandos antes dos experimentos, sendo destacado pelos autores que, a interação com os programas foi primordial para a identificação dessas concepções. O programa foi utilizado com o objetivo de avaliar a sua influência na alteração das referidas concepções. Os experimentos desenvolvidos, mostraram que é preciso utilizar o *software* computacional em conjunto com estratégias adequadas, estratégias que devem ser desenvolvidas dependendo das características da turma, já que só assim as concepções espontâneas trazidas pelos estudantes conseguirão ser reconhecidas e trabalhadas adequadamente.

O artigo RBEF15 apresenta-se positivo à utilização de computadores com *softwares* preparados para aquisição automática de dados, segundo os autores, é impossível obter num tempo razoável uma quantidade considerável de dados para trabalhar o conceito de atrito de forma manual. Ao mesmo tempo, os autores criticam o fato de as escolas de Ensino Médio proporcionarem pouca carga horária para a disciplina de Física, pelo que a utilização de estratégias e recursos didáticos como o apresentado no artigo tornam-se vantajosas. Somado a isto, encontra-se a motivação dos educandos pela manipulação de um equipamento informatizado.

No artigo RBEF16 os autores mencionam que o experimento desenvolvido apresenta uma precisão adequada e que pode ser implementado somente possuindo um computador com placa de som. Não é discutido pelos autores nada além dos resultados obtidos a não ser que, os educadores que tenham interesse em ir além no estudo, podem fazer comparações desses resultados com os obtidos teoricamente.

No artigo RBEF17 os autores mencionam que a modelagem computacional enriquece as aulas de Física. Também mencionam que, em quase totalidade, os laboratórios de Física encontram-se obsoletos, não incorporando os computadores como instrumento de medida e análise. Eles defendem que a modelagem computacional é uma ferramenta indispensável para o Ensino de Física na atualidade, um recurso metodológico que promove a interação e a troca durante atividades em grupo.

No artigo RBEF18 os autores desenvolvem um sistema que trabalha tanto o aprendizado de cargas elétricas quanto o conceito de campo elétrico. É mencionado que os primeiros educandos que testaram, reclamaram da interface do programa,

sendo proposto pelos autores uma nova versão do programa, com a qual irão melhorar esses problemas relatados. Não é levantada nenhuma discussão sobre as limitações do modelo utilizado nem tratada a questão do uso de simulações computacionais como ferramentas de ensino.

No artigo RBEF19 os autores mencionam que o *software* desenvolvido contribui para os educandos universitários melhorarem o seu entendimento sobre cálculo e reafirmam que o uso de simulações computacionais como ferramenta de ensino é algo positivo. Essas afirmações são realizadas sem maiores discussões, pois o foco do trabalho se encontra no desenvolvimento do próprio *software*.

No artigo RBEF20, os autores destacam que os educandos apresentam, em quase sua totalidade, maior interesse por disciplinas que fazem uso de recursos computacionais. Outro ponto destacado é a necessidade do educando ter um treinamento em alguma linguagem de programação antes do contato com as simulações, pois isso facilitaria o entendimento da mesma. Com o uso de recursos computacionais, o educando, ao mesmo tempo que aprende conceitos de Física, consegue desenvolver ferramentas para sua formação que lhe proporcionariam confeccionar seus próprios programas, passando assim de ser um agente passivo a ser um agente ativo em sala de aula. No caso do educador, os autores mencionam que cabe a ele despertar a curiosidade do estudante e mostrar os caminhos possíveis para o desenvolvimento da sua ideia enquanto a modelagem computacional propriamente dita. Após testarem o programa, os autores concluíram que é necessário o estudante ter contato com o programa antes da aula para o aproveitamento do recurso utilizado ser significativo.

No artigo RBEF21 os autores mencionam que mesmo o *software* implementado por eles não sendo suficientemente testado, os resultados apresentados até o momento se mostram positivos e que a ferramenta é útil tanto para educadores quanto para educandos. Os autores não discutem as potencialidades ou problemas do seu trabalho, mencionando que cabe a futuros consumidores do programa apontar esses fatos.

No artigo RBEF22 os autores trazem poucas conclusões, mencionam que o laboratório virtual apresentado não pretende substituir equipamentos reais, mas que pode ser utilizado em laboratórios onde esses equipamentos não estejam disponíveis. Para além disso, não fazem conclusões sobre a importância do uso das TIC no Ensino

de Física e nem sobre os aspectos positivos e negativos do uso de simulações em sala de aula.

No artigo RBEF23 os autores se limitam a mencionar características do seu modelo, sem trabalhar o potencial do seu uso como ferramenta de ensino.

No artigo RBEF24 se faz uma discussão sobre o uso dos computadores como ferramentas de ensino. Os autores mencionam que a utilização de computadores permite diversificar a forma com que as aulas são ministradas. Para eles, essa nova ferramenta de ensino traz o desenvolvimento de uma aprendizagem interativa. É discutido que, ainda é precisa uma discussão mais aprofundada sobre o tema para avaliar o impacto que o uso da informática tem no ensino. Destacam também que para um resultado positivo, o uso da tecnologia como ferramenta não basta, o educador tem que ser mediador de todo o processo para que seja efetivo.

No artigo RBEF25 os autores relatam que são poucos os trabalhos que promovem o uso de simulações e acompanham esse uso mediante uma avaliação criteriosa sobre as contribuições delas para o processo de aprendizagem do educando. No trabalho atual optou-se pela modelagem computacional, já que os autores acreditam que possibilita a interação dos educandos com o processo de ensino. É destacada a importância de pesquisas científicas sobre como o educando relaciona e compreende os conceitos físicos trabalhados mediante o uso de *softwares* computacionais para dessa forma extrairmos o máximo de eficiência desse novo recurso didático.

No artigo RBEF26 é concluído que o uso de *softwares* livres como apoio à pesquisa na área de Ensino de Física é de suma importância. Os autores também apontam a necessidade de inserção de novas linhas de códigos nos programas para assim conseguirem explicar uma maior gama de problemas. As discussões sobre o tema não são muito aprofundadas, já que os autores dão preferência ao entendimento do código e da linguagem computacional por eles proposta.

No artigo RBEF27 os autores concluem que é possível o uso de programas computacionais para aprofundar no estudo de Física no Ensino Médio, podendo essa ferramenta ser utilizada para solucionar problemas que apresentem Cálculo Diferencial e Integral. Dessa forma, o educando consegue estudar um maior número de problemas Físicos e vai incorporando a ideia de Cálculo de forma conjunta. Os autores também citam que existe ainda uma resistência por parte dos educadores em utilizar essa ferramenta na área de ensino, colocando como possíveis problemas o

desconhecimento com a linguagem que o programa apresenta, a falta de formação para com as novas tecnologias e talvez a costumem com as formas tradicionais de ensino.

No artigo RBEF28 os autores recomendam o uso de simulações, especificamente quando se refere a simulação de campos no Ensino de Física. Por outro lado, colocam que a importância do uso dessa ferramenta deve vir acompanhada de métodos analíticos para abordar os problemas. Destacando a importância de uma modelagem clara.

O artigo RBEF30 destaca a importância que os trabalhos têm dado a identificar as dificuldades dos educandos para aprender determinados assuntos de Física, apresentando também alternativas para solucionar esses problemas. Os autores partem das dificuldades dos educandos em circuitos elétricos e apresentam a modelagem computacional para criação de simulações que ajudem a superar as mesmas. É destacado que somente o uso de simulações não garante bons resultados, precisa existir uma estratégia de ensino adequada. Por último os autores também destacam que o uso de computadores não deve substituir as atividades experimentais, ambas coisas devem se complementar para ser alcançado o sucesso na aprendizagem do educando.

No artigo RBEF31 os autores utilizam o computador para construir uma ferramenta de instrumentação para medir de forma precisa intervalos de tempo. É discutido que esse tipo de uso dos computadores facilita a realização de experimentos de Física nos laboratórios, melhorando a didática, porém não se dá destaque a uma discussão aprofundada sobre os prós e contras do uso da informática para o ensino. Não existe uma reflexão sobre o uso de simuladores e nem da importância deles no processo de ensino/aprendizagem.

No artigo RBEF32 os autores discutem que com o uso de computadores apresentaram os conteúdos de óptica de uma forma mais atraente, ilustrativa e interativa, conseguindo mostrar um número maior de fenômenos em um menor tempo. É mencionado que essa ferramenta estimula e motiva os educandos a serem mais participativos em aula, já que faz parte da realidade da maioria deles. Dessa forma o processo de ensino/aprendizagem se vê beneficiado. Discutindo as desvantagens do processo é trazido que os educandos, quando em contato com esse tipo de recurso, se distraem com maior facilidade e se estão presentes nas atividades recursos textuais eles só se interessam pelas imagens ou animações. Como conclusão do

trabalho é mencionado que o uso de novas tecnologias deve ser utilizado em sala de aula como uma ferramenta auxiliar e não de forma única, sendo o educador o responsável pela dosagem do tempo que será dedicado a ele e a forma com que ele se encaixará no processo de ensino/aprendizagem.

No artigo RBEF33 é apresentada uma simulação que visa ajudar a compreender fenômenos ópticos através de modelos análogos no oceano. Os autores mencionam que a ferramenta de modelagem se mostrou eficiente para a discussão prevista, porém não discutem possíveis vantagens ou desvantagens do uso da mesma e nem como as simplificações realizadas afetam o entendimento do sistema Físico que está sendo estudado por parte dos educandos.

No artigo RBEF34 é trabalhado o uso de computadores para o estudo de circuitos RLC, após os autores terem realizado uma ampla revisão da literatura das dificuldades apresentadas pelos educandos nesse tópico. São apresentadas uma série de atividades computacionais com educandos trabalhando em pequenos grupos e com a entrega de respostas a uma série de questões por cada grupo que serão debatidas no final da aula. Aplicando essas estratégias de ensino, os autores relatam uma melhora no desempenho dos educandos quando comparados grupos que trabalharam com o recurso computacional e grupos que tiveram aulas tradicionais. O primeiro grupo mostrou uma maior desenvoltura na hora de argumentar as suas respostas e um raciocínio mais completo. Os autores se mostraram favoráveis ao uso de recursos computacionais em sala de aula, porém não sendo uma ferramenta exclusiva, senão que vindo acompanhada de discussões e outros tipos de estratégias didáticas.

No artigo RBEF35 é mostrado um programa que simula campos, o qual pode ser utilizado para o ensino de problemas de conversão eletromagnética de energia. Os autores se limitam nas conclusões ao fato de terem conseguido seu objetivo com a simulação, sem ter discussões de didática e nem de possíveis propostas para essa simulação ser utilizada em sala de aula.

No artigo RBEF36 os autores trazem um *software* para visualização da dosagem de radiação que pode ser aplicada em um paciente quando vai receber tratamento. Somente é discutido como o *software* funciona e mencionado que com algumas alterações ele pode ser aplicado para diversas instalações radioativas.

No artigo RBEF37 é discutido o uso do *SimQuest* pelos educadores e são discutidos diversos aspectos que podem ser melhorados:

- não possui a opção da língua portuguesa;
- não possui um elemento para construir tabelas;
- não possui gráficos de região;
- não possui gráficos de superfície;
- não possui visualização em três dimensões;
- não funciona na internet;
- apesar da digitação das equações ser da mesma forma que em uma calculadora científica, a visualização no editor matemático não é da forma "como se apresenta nos livros".

Porém a ferramenta apresenta vários benefícios:

- a qualidade da interface dos objetos de aprendizagem produzidos;
- a quantidade dos objetos de controle da interface e de aquisição de dados;
- a possibilidade de representar o comportamento de uma onda;
- a possibilidade da estruturação de modelos distintos de um mesmo tema em um único arquivo;
- as diferentes formas de inserir textos para embasar a simulação;
- a visualização de vários gráficos e animações ao mesmo tempo;
- os elementos de tarefas, de testes e de explicação para o aluno;
- a possibilidade de dois alunos, estando em lugares diferentes, compartilharem a construção de um modelo ao mesmo tempo, bastando para isso uma conexão com a internet.

O artigo RBEF38 mostra o Arduino como uma placa de uso para aquisição de dados integrado ao computador. Os autores ressaltam que os sistemas de aquisição de dados são de suma importância para áreas de pesquisa. Não é discutido nada sobre o uso desse tipo de ferramenta no ensino de física.

O artigo RBEF39 trabalha as dificuldades que os educandos apresentam em mecânica mediante a articulação entre a teoria e simulações computacionais. Os autores optaram pela modelagem computacional, utilizando o programa *Modellus*, propondo interagir com as dificuldades prévias que os educandos trazem, sem o objetivo de modificá-las ou substituí-las. O *Modellus* se apresenta como um programa mais amigável, que possibilita uma maior interação entre o educando e os programas que estão sendo desenvolvidos. Sobre o uso de simulações computacionais em mecânica os autores chegam a diversas conclusões:

- De acordo com os dados do Pré-Teste e do Pós-Teste concluímos que, para determinados tipos problema que abrangem a terceira lei de Newton as atividades experimentais mostram-se serem mais efetivas no processo de aprendizagem. Em outros tipos de problemas que relacionam em conjunto as três leis de Newton, a modelagem computacional mostrou-se mais efetiva. Porém, a combinação de atividade experimental e modelagem computacional mostrou-se mais efetiva para promover a aprendizagem de tópicos de mecânica em geral, incluindo conservação do momento.

- A combinação de atividades experimentais com modelagem computacional, segundo os resultados da pesquisa, parece ser a mais efetiva para promover a aprendizagem.
- Os dados obtidos com os questionários de opinião mostram que a aprendizagem com a realização de atividades experimentais em conjunto com a realização de modelagem computacional foram as preferida pela grande maioria dos alunos.
- Os dados obtidos com os questionários de opinião mostram que a articulação entre o domínio experimental e o domínio teórico através da modelagem e simulação computacional com o *software* Modellus em mecânica torna as aulas mais interessantes, motiva mais os alunos, facilita a aprendizagem e desperta nos alunos o interesse em aprender, algo que é raro no ensino de física.
- Os aspectos computacionais, experimentais e educacionais foram bem avaliados pelos alunos, o que indica aceitação pelos alunos das atividades desenvolvidas.
- Durante as nossas observações, que foram relatadas num diário de bordo, constatamos que a articulação através da modelagem e simulação computacional em mecânica promove nos alunos uma melhora no entendimento dos conceitos de física abordados.
- Observamos que o uso do *software* Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica contribui, em alguns casos, para uma melhor compreensão da linguagem matemática, dos fenômenos e das tecnologias desenvolvidas a partir dos conhecimentos adquiridos em física.
- Observamos, de maneira geral, um maior envolvimento e participação dos alunos durante as aulas, excetuando-se os alunos do grupo de controle.

Finalizando, é concluído no trabalho que os resultados obtidos indicam que atividades experimentais trabalhadas simultaneamente com simulações podem se complementar, dando como resultado uma aprendizagem significativa.

No artigo RBEF40 os autores realizaram quatro simulações de situações Físicas diferentes em paralelo aos experimentos e mostraram que os resultados obtidos foram próximos, o que os leva a concluir que essa ferramenta computacional pode ser assimilada como ferramenta de ensino. Os autores não discutem possíveis motivos das diferenças dos resultados nem a qualidade dos modelos tratados em cada simulação.

O artigo RBEF41 sugere a implementação de Simulações Didáticas Interativas (SDI) de experimentos históricos como uma estratégia para o Ensino de Física. Os autores reafirmam que confrontar o senso comum com os resultados das simulações pode ajudar a vencer obstáculos epistemológicos, fazendo com que exista uma maior compreensão dos conceitos físicos abordados. Eles reafirmam achar que o trabalho quebra aquela percepção tradicional de que didática e pedagogia não são formas de ensinar ciência.

O artigo RBEF42 trabalha uma configuração simples que consiste em uma câmera digital e análise de vídeo. Com o *Tracker* foi analisado o movimento de objetos

em queda. Os autores somente discutem nas conclusões os resultados das simulações que seriam o foco do estudo, sem aprofundar na importância desse tipo de aplicação para o Ensino de Física e nem questionar quais seriam os pontos críticos desse tipo de aparato experimental.

No artigo RBEF43 é desenvolvido um *software* para resolver problemas de cosmologia de forma numérica. É mencionado pelos autores que o *software* se apresenta de forma amigável com uma interface gráfica que o torna de fácil compreensão, o que dá ao modelo um caráter educacional importante. A discussão foca na importância do estudo dessa área da cosmologia que, segundo os autores, não é encontrada em livros introdutórios do tema e isso enfatiza a característica pedagógica do trabalho.

No artigo RBEF44 os autores comparam o uso dos recursos informáticos com as aulas tradicionais para aulas de óptica. É mencionado que a turma que contou com a diversidade de recursos apresentou uma aprendizagem mais significativa dos conceitos e os educandos relataram uma maior motivação e interesse pelos conteúdos apresentados. Os autores também destacam que com poucas habilidades em programação podem ser criados *GIFs* animados, simulações e que eles são ferramentas importantes para o ensino em geral.

No artigo RBEF45 é utilizado o *software Tracker* para registrar e analisar dados experimentais. É mencionado pelos autores que o uso de aparelhos portáteis como smartphones, tablets e computadores permitem uma maior facilidade no aprendizado dos educandos para estudos de fenômenos físicos. É discutida a eficácia do programa utilizado, mas não trazem nenhuma discussão sobre a sua influência no ensino propriamente dito e nem quais seriam possíveis metodologias para incentivar seu uso entre os educadores.

No artigo RBEF46 é discutida a importância da Física para a compreensão de acidentes de trânsito e é apresentado um *software* que calcula a velocidade dos veículos envolvidos em sinistros. Os autores mencionam que mesmo sendo um *software* desenvolvido para a ciência forense, pode ser utilizado como ferramenta para as aulas de Física para tratar temas como: momento linear e energia, cinemática, e as Leis de Newton. O foco do artigo é na ciência forense em si, pelo que mesmo mencionando que o *software* pode ser usado para ensino, eles não discutem com profundidade como isso seria possível e quais seriam as adaptações necessárias para levar essa ferramenta às salas de aula.

O artigo RBEF47 começa a sua conclusão discutindo que existe uma escassez de trabalhos que trate o uso de recursos computacionais. As possíveis causas citadas seriam a falta de formação dos educadores para o uso de tecnologias e o fato da maioria dos educadores de educação básica e média não desenvolver pesquisa. É destacado que precisam existir acompanhamentos significativos na aplicação de atividades de modelagem e simulação computacional para lograr uma maior investigação sobre a contribuição das TIC na aprendizagem dos conhecimentos de Física. Por outro lado, os autores mencionam que existe um auge do uso da modelagem e as simulações computacionais no ensino, porém o número de trabalhos que realiza uma implementação efetiva desses recursos na educação básica e média é escasso, mesmo existindo vários trabalhos apresentando estratégias didáticas para orientar esse processo. Após a revisão da literatura realizada, foram encontrados poucos trabalhos que trazem a utilização desse recurso, sendo destacado pelos autores a importância das simulações para a introdução de conceitos científicos que apresentam um alto grau de abstração. Como conclusão, o trabalho traz que o uso das TIC na atualidade contribui para a criação de novos modos de percepção e ajuda com novas formas de pensamento visual.

No artigo RBEF48 é aplicada a simulação para a obtenção da Unidade Astronômica, tendo como meta que ele seja facilmente reproduzido por educandos e educadores do Ensino Médio ou do ensino superior para ministrar aulas com tópicos sobre Astronomia. Os autores discutem um pouco sobre como a Astronomia pode ser útil para o ensino no Brasil, apresentando diversos tópicos que são discutidos enquanto essa área da Física é tratada, entre eles:

- As leis de Kepler para o movimento planetário;
- Fundamentos de Trigonometria;
- Construções geométricas;
- Razões e proporções;
- História das ciências;
- Conceitos de Geografia, como coordenadas sobre o planeta Terra.
- Conceitos básicos de estatística associados à coleta de dados experimentais.
- Cálculos básicos utilizados em laboratórios, como por exemplo, propagação de erros.

É manifestada assim a importância da inserção do estudo da Astronomia no ensino no Brasil, sem dar destaque ao uso de simulações computacionais e nem trazer discussões sobre sua implementação para o Ensino de Física.

O artigo RBEF49 mostra a implementação do método numérico para resolução de problemas de Física aplicada. Os autores discutem que esse tipo de simulações mais visuais aumenta o interesse dos educandos, porém não fazem discussões aprofundadas sobre como as simulações impactam o Ensino de Física e quais seriam os benefícios e problemas que podiam trazer quando aplicadas em sala de aula.

No artigo RBEF50 é apresentado o *software Astro3D* e três exemplos de como ele pode ser utilizado. Os autores discutem somente o desenvolvimento do *software* e suas possíveis aplicações, sem entrar em discussões sobre o uso de simulações computacionais no Ensino de Física como ferramenta para melhorar o processo de ensino/aprendizagem.

O artigo RBEF51 escolheu o uso de *software* computacional para integrar conceitos de trigonometria com movimento harmônico simples, fazendo uso particularmente do *software Modellus*. É destacado pelos autores que, após um questionário, constataram que os educandos desenvolveram as atividades de forma diferenciada com a nova abordagem do conteúdo apresentada. Segundo eles, o uso de recursos como simulações computacionais traz uma maior compreensão e uma maior facilidade para desenvolver atividades mais complexas. No caso do atual trabalho, fica em evidência que o uso de *softwares* contribui com a interação do ensino de diversas áreas do conhecimento, no caso Matemática e Física.

No artigo RBEF52 a simulação computacional faz parte de uma das etapas do processo de ensino. Com ela é obtida a solução numérica para problemas de escoamento de fluidos e de transferência de calor. O trabalho é bem técnico, focado somente na resolução dos problemas de interesse e como conclusão comparam os resultados numéricos obtidos com os resultados já reportados na literatura. Não é discutido o uso de simulações como recurso didático e nem possíveis estratégias para a simulação desenvolvida ser utilizada em aulas de Física.

No artigo RBEF53 se mostra uma metodologia para a utilização do *software Maxima* no Ensino de Física, com o intuito específico de investigar a evolução estelar. A simulação animada é mencionada pelos autores como sendo de grande auxílio na promoção da aprendizagem dos educandos, porém não são trazidas mais

informações sobre quais fatores foram visualizados no processo de aprendizagem que levaram a essa conclusão. O trabalho não apresenta discussões sobre a potencialidade do uso de simulações no ensino propriamente dito e nem quais seriam os pontos que o educador deveria olhar com maior atenção na hora de utilizar a simulação proposta em sala de aula.

5.2 TRABALHOS ABORDANDO DIRETAMENTE A TERMODINÂMICA

O artigo CBEF11 apresenta uma pesquisa que foi desenvolvida com estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola particular no Rio Grande do Sul. Nele são discutidas as implicações que o uso de simulações vinculadas a atividades experimentais teria para o ensino do tópico transferência de energia térmica.

Os objetivos que foram traçados pelos autores para o desenvolvimento do trabalho foram os seguintes:

- a) Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados às formas de propagação de energia térmica (condução, convecção e radiação), bem como suas aplicações em situações do cotidiano;
- b) Desenvolver o conteúdo de transferência de energia térmica por meio da integração entre as atividades experimentais e simulações computacionais durante as aulas de Física no 2º ano do Ensino Médio;
- c) Investigar se as atividades desenvolvidas são potencialmente significativas para a aprendizagem dos alunos sobre elementos importantes da Termologia (formas de transferência de energia térmica).

Como atividades experimentais que levassem ao cumprimento desses objetivos, foram desenvolvidos experimentos sobre condução, convecção e radiação, os equipamentos utilizados são apresentados na Figura 2. As atividades mencionadas foram desenvolvidas em sala de aula e em conjunto com as aulas teóricas.



Figura 2: Esquema dos equipamentos utilizados para as atividades experimentais (MORO *et al.*, 2016)

A primeira atividade experimental desenvolvida tratou a condução térmica e os educandos deviam observar quais pontos de cera erão os primeiros a se derreter. O experimento consistia em dois fios, um de cobre e outro de ferro, ambos com a mesma espessura e com pontos de cera simétricos. A segunda atividade tratava a convecção térmica, devendo ser observada a chama de uma vela e que, quando ela está acesa a hélice superior se movimenta e ao ser apagada esse movimento cessa. Na última atividade, os bulbos dos termômetros foram envolvidos em capsulas, uma preta e uma branca. Quando a lâmpada é ligada, os termômetros serão aquecidos por radiação e os educandos deverão concluir que os corpos escuros absorvem a maior parte da radiação, o que faz com que, num mesmo intervalo de tempo, a sua temperatura seja mais elevada quando comparado a corpos com cores claras.

Os estudantes acompanharam as atividades experimentais com um diário de bordo. Além disso, os autores destacam que as atividades experimentais foram planejadas para apresentarem uma integração com as simulações que iriam ser utilizadas. As simulações utilizadas foram as do *Energy2D*- Interactive Heat Transfer Simulations for Everyon do National Science Foundation -The Concord Consortium (EUA) e do *PhET* Interactive Simulation, da Universidade do Colorado (EUA). Tanto as simulações do *PhET* quanto as do *Energy2D* são gratuitas.

Segundo os autores, o *Energy2D* é baseado em pesquisas de Física computacional e um programa que apresenta simulações interativas baseadas em modelos que envolvem transferência de energia térmica por condução, convecção e radiação. Por outro lado, o *PhET* é um programa desenvolvido pela Universidade do colorado, a qual realiza pesquisas na área de simulações para o ensino de ciências e as disponibiliza de forma online. No trabalho proposto, os autores utilizaram três simulações: para a condução e a convecção utilizaram o *Energy2D* e para a radiação o *PhET*. As três simulações mencionadas são mostradas nas Figuras 3, 4 e 5.

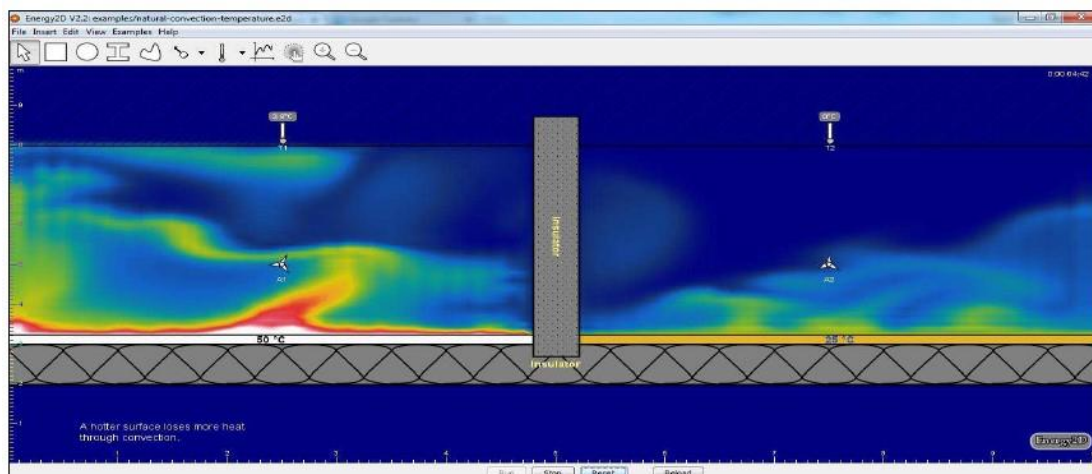


Figura 3: Transferência de energia térmica por convecção em diferentes materiais (ENERGY2D).

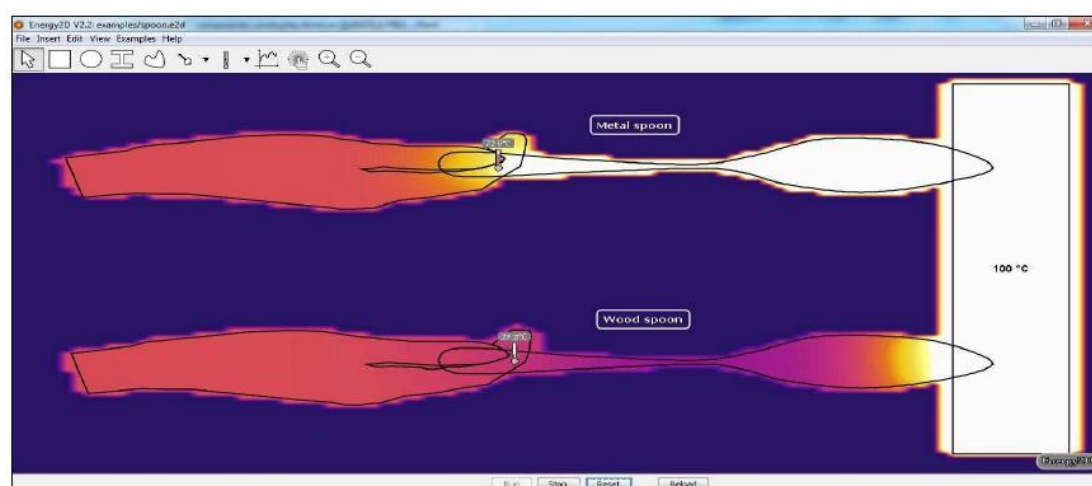


Figura 4: Simulação envolvendo a propagação de calor por condução (ENERGY2D).

Os autores destacam a importância do uso de simulações computacionais, já que a observação e discussão de alguns fenômenos físicos só são possíveis através do uso desses recursos. Além disso, o educando tem autonomia de reiniciar, parar ou alterar parâmetros no processo toda vez que achar pertinente. Também são citadas como vantagens a capacidade das simulações computacionais proporcionar uma maior interação entre o educando e o experimento virtual que está sendo desenvolvido, os quais seriam substitutos de experimentos que sendo reais poderiam ser caros ou perigosos.



Figura 5: Transferência de energia térmica por radiação (PHET).

Na seção de discussão dos resultados os autores mencionam que para avaliar se houve aprendizagem significativa, os educandos elaboraram em duplas um mapa conceitual. Segundo (MOREIRA, 2006) a avaliação dada por mapas conceituais mostra o que o educando sabe conceitualmente dos temas abordados, já que ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra conceitos de um determinado tópico de estudo. Além dos mapas conceituais, foi elaborado um questionário com 6 perguntas, as quais estavam relacionadas aos modos de propagação de energia térmica e relacionando ela com situações do cotidiano.

Após a análise das respostas dos educandos, tanto no mapa conceitual, quanto no questionário, os autores trazem como conclusão que as atividades experimentais em conjunto com as simulações computacionais contribuem de forma potencial com o trabalho do educador em sala de aula. Foi demonstrado que os educandos apresentaram uma aprendizagem significativa e até relatado que eles trouxeram a proposta de que os outros conteúdos de Física que seriam abordados fossem apresentados com a mesma didática.

O artigo RBEF29 traz a investigação da interação entre educandos universitários e um ambiente próprio para modelagem computacional. O foco do trabalho é discutir a importância da modelagem computacional para explicar fenômenos da natureza. É citado pelos autores que os ambientes de modelagem computacionais podem ser uma alternativa eficiente para introduzir o educando aos tópicos de ciência, já que envolve a criação de modelos sem precisar das ferramentas matemáticas, que na maioria dos casos traz a maior dificuldade para o processo de aprendizagem. O ambiente computacional utilizado pelos autores é o Ambiente de

Modelagem Computacional Qualitativo *WorldMaker* (figura 6), ambiente que permite determinados sistemas da natureza ser representados no computador pela especificação dos objetos que os constituem e das regras de interação que regem o comportamento desses objetos.

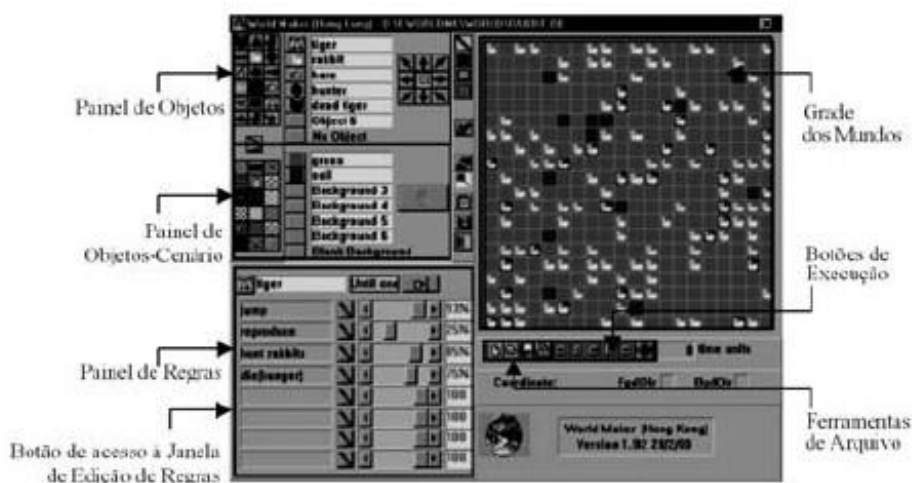


Figura 6: Interface gráfica do ambiente de modelagem WorldMaker.

O Processo de Construção do Modelo (PCM) para a investigação do trabalho foi constituído de oito passos:

- 1° Passo: Definição do sistema a ser estudado;
- 2° Passo: Escolha do fenômeno de interesse;
- 3° Passo: Listagem dos elementos - objetos - relevantes;
- 4° Passo: Classificação dos elementos listados em Objetos-Cenário e Objetos;
- 5° Passo: Construção do modelo através de regras de interação entre os elementos;
- 6° Passo: Representação das Interações no Ambiente WorldMaker;
- 7° Passo: Simulação;
- 8° Passo: Validação do modelo.

O trabalho apresentado utiliza o PCM no estudo do fenômeno da difusão de um gás, dividindo a turma em 6 duplas. De forma consensual se definiu o fenômeno no ambiente *WorldMaker* constituído por dois pontos fundamentais:

- Dois objetos: parede e partícula do gás;
- Três eventos: partícula se move aleatoriamente, colisão partícula-partícula e partícula-parede.

Os autores trazem na conclusão do artigo resultados positivos sobre o uso de modelos e simulações computacionais no Ensino de Física. Os educandos se

mostraram capazes de construir seu próprio modelo e, logo de perceber o comportamento do mesmo na simulação, conseguiram fazer modificações no modelo inicial para tentar chegar o mais próximo possível do comportamento esperado. O processo todo foi dividido pelos estudantes em três etapas: na primeira etapa foi realizada a construção do modelo no papel, na segunda a sua implementação no ambiente e na terceira a análise e modificação do modelo caso for preciso. Essas etapas fizeram com que o educando pudesse refletir sobre o sistema a ser modelado, modelasse ele e depois conseguisse implementar a simulação para analisar o modelo construído. É destacado pelos autores que com o término da atividade puderam constatar uma evolução das concepções dos educandos.

5.3 POTENCIALIDADES E DESAFIOS APRESENTADOS PELOS TRABALHOS SELECIONADOS

Após a leitura das conclusões dos trabalhos selecionados, pretendemos apresentar uma síntese trazendo as principais potencialidades e desafios que os mesmos pontuam quando se trata do uso de simulações computacionais no Ensino de Física.

É trazido pelos autores dos artigos CBEF1, CBEF2 e CBEF11 que o uso de simulações computacionais pode fazer com que o educando apresente um ganho significativo no processo de ensino/aprendizagem, aumentando a sua compreensão sobre os fenômenos tratados, os tornando mais curiosos, interessados e agentes ativos em sala de aula. Isto também se deve, segundo os autores do CBEF5, a que numa mesma simulação diversos parâmetros podem ser variados, melhorando o entendimento do educando sobre o tópico abordado. É trazido nos artigos CBEF3 e CBEF6 que com a inclusão da modelagem, a aprendizagem se torna mais sólida, são na maioria dos casos os próprios educandos que modelam o processo físico e é nesse processo de fazer escolhas e aproximações que as discussões vão os levando a um maior ganho conceitual sobre o tema.

Por outro lado, simulações computacionais trazem vários novos desafios em sala de aula. Para seu uso é importante, segundo os artigos CBEF2 e CBEF12, que o educador consiga escolher a simulação adequada para cada conteúdo que será apresentado e faça a mediação correta durante o processo de ensino/aprendizagem. Os artigos CBEF12 e RBEF9 mencionam que o educador deve conhecer a ferramenta

que será utilizada, saber suas limitações, quais as aproximações que foram realizadas na construção do modelo, ele deve saber desmembrar o simulador para que assim os educandos não apresentem dificuldades de compreensão desse novo recurso didático e entendam suas limitações, o que pode ser realizado com um estudo prévio do simulador a ser trabalhado. Outro ponto destacado pelos autores dos artigos CBEF4, CBEF18 e RBEF47 é a necessidade de termos uma maior pesquisa na área, com trabalhos que tragam o estudo do uso dessa ferramenta e suas implicações no processo de ensino/aprendizagem de Física. Também são trazidos problemas que dizem respeito aos recursos com os quais as escolas contam, os artigos CBEF12, CBEF15 e RBEF17 mencionam que para a utilização de simuladores é preciso de computadores e de uma internet que dê suporte para conseguir fazer com que o recurso usado funcione de forma correta. Existe na atualidade uma grande diferença entre escolas quanto a recursos com as que elas contam, escolas do interior carecem de computadores e laboratórios preparados para realização de aulas que utilizem simulações computacionais. Devido a isto, é sempre colocado em pauta a necessidade da utilização de recursos variados, para assim conseguir fazer com que o educando consiga, com metodologias diferentes, um conhecimento mais sólido dos conteúdos que serão tratados. Outro ponto importante a ser destacado é que, mesmo a escola contar com Laboratórios de Informática equipados não é garantia de utilização de simuladores computacionais em aulas de Física. Os professores de Ensino Médio precisam de uma formação continuada, ser preparados para a utilização desses recursos em sala de aula.

6 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática aqui apresentada foi inspirada em uma experiência na disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Física B, quando foi construída de forma colaborativa uma proposta didática contendo duas aulas para o estudo dos gases ideais. A participação dos educandos nas aulas de Estágio Supervisionado em Ensino de Física B foi excelente, se alcançou o objetivo de conseguirmos uma maior interação educador-educando e percebemos que os educandos apresentaram um maior interesse em sala de aula. Devido a esses *feedbacks* a autora dessa dissertação decidiu preparar uma sequência didática mais completa, com um maior número de aulas e focando na utilização da simulação computacional em conjunto com outros recursos didáticos. Como assumimos a perspectiva do design educacional para a construção da sequência, partimos desta experiência da disciplina de estágio para construir um novo protótipo, levando em consideração o resultado da revisão sobre o uso de simulações no Ensino de Física. Assim, em consonância com Aguiar (2018), partimos dos estudos sobre simulação, seus desafios e oportunidades, para aperfeiçoar e disseminar uma proposta de sequência didática para o Estudo dos Gases.

A ideia é propor aulas mais dialogadas, com maior interação entre educador e educandos, o que possibilita que o educador passe a ser um mediador das discussões, fomentando reflexões e questionamentos, guiando a turma na construção do conhecimento. Será apresentado o estudo de gases em uma sequência composta de cinco aulas de 45 minutos cada, nas quais serão tratados os estados da matéria, a Teoria Cinética dos gases, mencionando o que seria um gás ideal e as suas variáveis de estado. As aulas foram preparadas pensando no 2º ano do Ensino Médio, mas poderiam ser utilizadas em qualquer série, desde que sejam realizadas, as adaptações necessárias. Além disso, caberá ao educador, assumindo a autoria da prática docente, a partir do seu contexto de atuação, avaliar o número de aulas e as atividades propostas para cada uma delas, podendo fazer alterações, tanto no número de aulas, quanto no número de atividades.

Aulas	Conteúdo	Objetivos	Materiais/Recursos	Tempo de aula
01	Estados da matéria. Conceito de gás. Introdução às variáveis de estado pressão e volume.	<ul style="list-style-type: none"> - Definir matéria; - Discutir os diferentes estados da matéria; - Definir o que seria um gás; - Trabalhar com os conceitos de pressão e volume do gás. 	<ul style="list-style-type: none"> - Datashow - Atividade Experimental: Seringas, mangueira de silicone 	45 minutos
02	Gás ideal e suas variáveis de estado.	<ul style="list-style-type: none"> - Introduzir as variáveis de estado do gás. - Desenvolver intuição sobre as relações entre as variáveis de estado do gás. 	<ul style="list-style-type: none"> - Datashow - Simulador 	45 minutos
03	Gás ideal e suas variáveis de estado.	<ul style="list-style-type: none"> - Contextualizar com situações cotidianas as variáveis de estado do gás através de interação com os participantes, com discussão norteada por perguntas pré-determinadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Datashow - Simulador 	45 minutos
04	Variáveis estado de um gás. Equação de Clapeyron.	<ul style="list-style-type: none"> - Definir as variáveis estado - Relacionar as variáveis de estado matematicamente; - Apresentar a equação de Clapeyron. 	<ul style="list-style-type: none"> - Quadro e giz - Datashow - Simulador 	45 minutos
05	Gás ideal e suas variáveis de estado.	<ul style="list-style-type: none"> - Promover o trabalho e a discussão em grupo entre os educandos; - Observar a capacidade dos educandos de trabalhar com o simulador de forma autónoma para dar resposta aos questionamentos que serão realizados. - Discutir com os educandos as respostas no final da aula e abrir um debate sobre o que eles acharam do uso do simulador em sala de aula. 	<ul style="list-style-type: none"> - Computadores do Laboratório de Informática para uso do simulador pelos educandos. 	45 minutos

6.1 QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Antes da primeira aula julgamos pertinente utilizar um questionário diagnóstico. O educador poderia disponibilizá-lo online para que os estudantes pudessem responder com tempo suficiente para ser analisado pelo docente antes da primeira aula. O questionário diagnóstico será proposto é elaboração da autora do trabalho, com o objetivo de saber os conhecimentos prévios que os educandos apresentam sobre os gases. Com ele conseguiremos perceber quais seriam as concepções que os mesmos apresentam sobre o tema a ser abordado e assim, conseguir contemplar essas concepções e buscar superá-las.

Questionário Diagnóstico

Nome:

- 1- Quais são os estados da matéria?
- 2- O que diferencia um gás de um sólido ou um líquido?
- 3- Como você definiria o que seria um gás?
- 4- Você utiliza gases no seu cotidiano? Dê alguns exemplos.
- 5- Quais seriam as grandezas físicas que caracterizam o comportamento de um gás?

6.2 PRIMEIRA AULA: ESTADOS DA MATÉRIA

1. Objetivos:

- **Objetivo geral:** Apresentar os estados da matéria
- **Objetivos específicos:**
 - a) Definir o que seria matéria;
 - b) Discutir os diferentes estados da matéria;
 - c) Definir o que seria um gás;
 - d) Trabalhar com os conceitos de pressão e volume do gás.

2. Conteúdos:

- Estados da matéria;
- Gás;
- Pressão e volume.

3. Desenvolvimento:

Inicialmente, serão discutidas as questões que foram colocadas no questionário diagnóstico. Apresentaremos um vídeo, o qual será assistido pelos educandos até os 2 minutos com 26 segundos e logo será aberto um debate para tratar as respostas dadas a cada questão, verificando se alguma resposta mudou após o vídeo ter sido assistido.



<https://www.youtube.com/watch?v=ah0vLelimcl>

Depois de assistido o vídeo, vamos preencher juntos a seguinte tabela:

Tabela 1: Características dos diferentes estados da matéria.

Estado	Formato próprio	Volume próprio
Líquido		
Sólido		
Gasoso		

Podemos então definir um gás como sendo uma substância que se encontra no estado físico gasoso da matéria. Ele não apresenta volume nem formato próprio e são fáceis de comprimir. As partículas que formam os gases se movimentam por todo o espaço que tem disponíveis, devido a que a força de atração entre elas é de baixa intensidade. Um gás apresenta três variáveis de estado que dependendo da sua relação definem as condições em que o sistema se encontra: Pressão (P), Volume (V) e Temperatura (T). Passaremos então a definir cada uma delas.

Inicialmente discutiremos como podemos passar de um gás real a um gás ideal. Consideremos as seguintes características em um gás real:

- Separação média entre as moléculas suficientemente grande que se possa negligenciar a interação entre elas
- Temperatura suficientemente alta para não ocorrer transições de fase.

- Pressões muito baixas, onde o número de moléculas por unidade de volume é suficientemente pequeno.

Com isto, conseguiríamos modelar o gás real como sendo um gás ideal.

Para poder definir o comportamento dos gases, é estabelecido o conceito de gás ideal, que seria o gás que cumpre as seguintes condições:

- Ocupa o volume do recipiente que o contém.
- Está formado por partículas pontuais que se movimentam individualmente.
- As moléculas se movimentam em todas as direções.
- As distancias entre as moléculas são muito maiores do que seu tamanho, pelo que as forças de coesão (que as mantem unidas) são nulas o desprezaveis.

Passaremos agora a tratar as grandezas pressão e volume através de uma experiencia simples, a qual foi adaptada da referência 2 dessa aula. Utilizaremos duas seringas de volume diferentes e uma mangueira. Será pedido ao educando que coloque a mangueira no extremo das seringas, conectando-as. Também será pedido para movimentar o embolo da seringa menor até a sua capacidade máxima e para registrar esse volume.

Roteiro da atividade:

- (1) O que há dentro da seringa menor?
- (2) A continuação, conectem a seringa maior no outro extremo da mangueira para vincular as duas seringas. Se pressionarmos o embolo da seringa menor, o que acham que vai acontecer? Qual volume ocupará o ar na seringa maior? É o mesmo volume que ocupava na seringa menor?
- (3) Após isto, será pedido que todo o processo seja repetido, porém colocando agora inicialmente a seringa maior com sua capacidade máxima de volume ocupada pelo gás. Que volume ocupa o gás dentro da seringa menor agora? É o mesmo que ocupava na parte inicial da experiência? Por que isso acontece?

Como respostas esperadas à experiência realizada teríamos que ao fechar o ar na seringa, ele adopta seu formato e volume. Ao conectar as duas seringas pela mangueira e pressionarmos o embolo, estamos realizando uma força numa determinada área, pelo que nos encontramos exercendo uma pressão sobre o sistema e registramos na outra seringa um volume menor. Como o dispositivo é fechado e o ar não consegue escapar, podemos concluir que a variação do volume está dada

porque o ar ocupa todo o espaço que tem disponível, sendo assim ocupa a mangueira e a outra seringa. Ao desconectarmos as seringas, pressionando o embolo da seringa que se encontra cheia, o ar se expande pelo ambiente e seu volume é modificado. Com essa experiência podemos concluir que o estado gasoso não apresenta forma nem volume próprio, ele se adapta ao recipiente no qual se encontra.

4. Referências:

- 1- ARAÚJO, Laysa Bernardes Marques de. "Estados físicos da matéria"; *Brasil Escola*.
- 2- https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/experimentic_secundaria_-_04_el_estado_gaseoso.pdf

6.3 TAREFA DE CASA

Como tarefa para casa, no final da atividade será pedido aos educandos que elaborem um relato sobre o que foi observado na experiência, destacando as características dos gases e as grandezas que os definem.

6.4 SEGUNDA AULA: SIMULADOR E GRANDEZAS ENVOLVIDAS

1. Objetivos:

- **Objetivo geral:** apresentação do simulador
- **Objetivos específicos:**

Trabalhar por meio do simulador o modelo cinético-molecular;

- a) Introduzir, com ajuda do simulador, as grandezas físicas macroscópicas que serão estudadas na unidade (temperatura, pressão, volume e número de moléculas).
- b) Ilustrar os processos microscópicos responsáveis pela emergência das grandezas físicas macroscópicas observáveis num sistema gasoso.
- c) Criar relações mentais entre o comportamento microscópico dos gases representado na simulação com as grandezas macroscópicas mais abstratas, promovendo o desenvolvimento de um raciocínio baseado na teoria cinético-molecular.

- d) Desenvolver intuição sobre as relações entre as grandezas físicas: pressão, volume, temperatura e número de partículas.

2. Conteúdos:

- Gás ideal;
- Volume;
- Temperatura;
- Pressão;
- Número de moléculas.

3. Desenvolvimento:

Nessa aula iremos reforçar, com ajuda do simulador, o que seriam gases ideais e as grandezas físicas utilizadas para sua descrição. O simulador será manipulado pelo educador, porém todas as situações a serem simuladas serão discutidas com o educando. Gases são formados por partículas pequenas (átomos ou moléculas) que não conseguimos ver. Devido à complexidade física dos processos envolvidos na interação partícula-partícula e partícula-parede, os físicos criaram um modelo matemático com as simplificações necessárias para conseguir fazer previsões concretas sobre o comportamento dos gases em diversas situações. Tais previsões são a posteriori comparadas com os resultados de medições experimentais como método de validação do modelo proposto. Assim, validou-se a eficácia do modelo de gás ideal na Física, o qual tem sido usado como base para construção de simulações computacionais de sistemas gasosos. Sendo assim, nessa aula iremos utilizar o simulador do phet.colorado (Figura 7) para reforçar o que tem sido estudado nas aulas anteriores. O simulador será manipulado pelo educador, porém os educandos irão propor as variáveis que serão mudadas em cada situação proposta.

O Simulador:

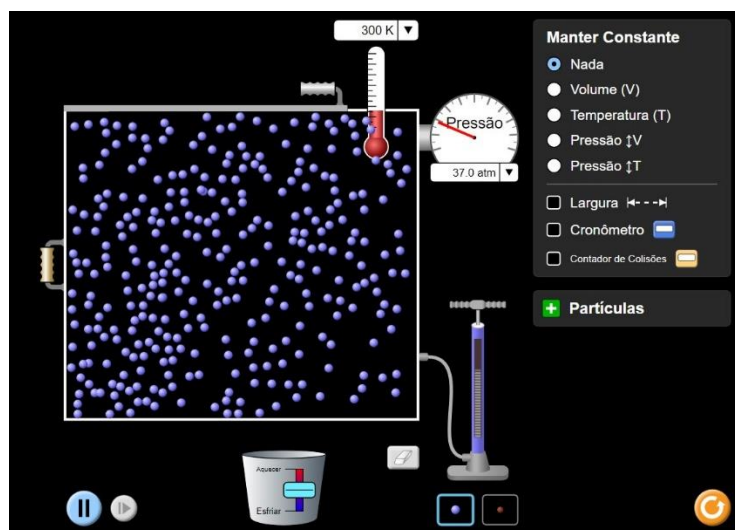


Figura 7: Interface do simulador (PHET).

Este simulador representa partículas de um gás ideal no qual as partículas interagem unicamente via colisões elásticas entre si e com as paredes. No sistema real, as moléculas de um gás interagem sempre via uma interação que depende da distância de separação entre as moléculas, sendo justamente essa dependência a responsável pela variedade de comportamentos observados nos gases reais ao variar parâmetros como: temperatura, pressão e densidade do gás.

No simulador é mostrado um recipiente fechado com vários medidores e controles, os quais serão explorados durante a aula. Ao observar as partículas do gás no simulador, algo que não é possível num sistema real, poderemos obter uma representação concreta do comportamento microscópico da matéria. São justamente esses comportamentos microscópicos que correspondem a determinados processos macroscópicos que podem ser medidos pelas grandezas físicas estudadas nesta unidade.

A seguir mencionaremos os componentes do simulador e como eles serão utilizados nas próximas aulas.

Primeiramente temos a bomba de gás, a qual ao ser utilizada libera várias partículas dentro do recipiente. Essas serão as “moléculas” do gás que está sendo simulado. Existem dois tipos de partículas na simulação, a azul e a vermelha. Serão realizadas a seguir as perguntas abaixo para os educandos.

- Quais as diferenças que podem ser observadas entre as partículas azuis e vermelhas? (Massa e velocidade, mas também o tamanho)

Reparem que essas moléculas partem de um mesmo ponto com propriedades de movimento semelhantes, mas logo preenchem todo o espaço do recipiente, de forma mais ou menos homogênea, com movimentos aleatórios.

Ao injetar as partículas no recipiente aparecem leituras no termômetro e no medidor de pressão (barômetro). Além desses medidores temos três controles fazendo parte do simulador (puxador para variar o volume do recipiente, contador de colisões das partículas com as paredes do recipiente e cronômetro) e uma aba que abre o recipiente, deixando o gás escapar.

A seguir discutiremos como as variáveis macroscópicas que caracterizam o estado de um gás ideal podem ser exploradas com o uso do simulador. Serão realizadas questões aos educandos para promover a reflexão sobre o assunto em discussão, as quais após algumas respostas, serão simuladas para verificar se a intuição dos educandos é correta.

Volume:

- Um gás apresenta um formato específico e ocupa um espaço definido, como um material sólido? (Não, o gás tenta ocupar todo o espaço que lhe é disponível e adota o formato do recipiente que o contém.)

Para ilustrar o discutido na pergunta anterior, partículas serão injetadas no recipiente do simulador e irão se difundir por todo ele. Se colocarmos mais partículas elas continuarão ocupando o mesmo espaço.

Reparem que nesse modo do simulador é escolhido o volume fixo que o gás pode preencher.

Temperatura:

- O que vocês entendem por temperatura? É uma medida do que? Os números no termômetro trazem qual informação?

Vamos tentar entender o que seria a temperatura usando o simulador (esquentar o gás e perguntar aos alunos):

- O que está acontecendo ao esquentarmos esse gás? (A velocidade das partículas aumenta. Se a velocidade aumenta, a energia delas também);

- O que vai acontecer se esfriarmos o gás? (esperar respostas e resfriar o gás);

- Que diferença conseguimos notar no gás quente e frio?

- O que é então a temperatura? (É uma quantidade proporcional à energia cinética média das partículas de todo o gás).

Pressão:

- Vocês também já estudaram a quantidade física pressão. Que grandezas físicas estão relacionadas com ela? (Força e área, a pressão é definida como a razão entre a força total normal aplicada numa determinada região e a área dessa região).

- Onde ocorre a troca de forças nesse sistema? (Nas colisões, com outras partículas do gás ou com as paredes do recipiente, a pressão do gás é a força média por unidade de área aplicada pelas moléculas nas paredes do recipiente que o contém).

- Como a área em que se distribuem as colisões tem relação com o volume do gás? (Quanto maior o volume do recipiente, maior a área do mesmo e, portanto, maior a área de contato entre as moléculas e o recipiente, diminuindo o valor da pressão).

- E como vocês acham que a temperatura se relaciona com a força que as moléculas fazem contra as paredes? (Aumentar e diminuir a temperatura para que sejam observados os efeitos dela sobre a leitura da pressão)

- O que está mudando nas moléculas do gás quando o aquecemos ou resfriamos? De que forma isso influencia na pressão? (A velocidade das partículas aumenta com o aumento da temperatura. Quanto maior a velocidade com que elas estão colidindo com as paredes, maior a força que elas fazem contra as paredes, e, portanto, maior a pressão.)

Número de moléculas:

- Lembrando que o volume do nosso recipiente está fixo, o que vocês acham que acontece com as grandezas físicas que estamos estudando se bombeamos mais partículas dentro do recipiente?

- O que vocês esperam que aconteça com a pressão? Ela aumenta, diminui ou permanece igual? Por quê? (Aumenta, porque aumentando o número de partículas no recipiente, aumenta-se a quantidade de moléculas colidindo com as paredes, e as forças que elas fazem sobre a parede se somam, então a força resultante é maior);

- O que vocês esperam que aconteça com a temperatura? Ela aumenta, diminui ou permanece igual? Por quê? (Depende! A temperatura é a energia cinética média das partículas, então se injetamos um gás com a mesma temperatura a média não muda, mas se injetarmos um gás mais frio ou mais quente ela mudará).

4. Referências

- 1- https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_pt_BR.html

6.5 TAREFA DE CASA

Gases no cotidiano: como se comportam?

Assista o vídeo que será colocado a continuação.



<https://globoplay.globo.com/v/5111481/?s=0s>

- 1- Você conhece outras situações além do exemplo do vídeo e onde gases são utilizados?
- 2- Por que você acha que aconteceu a explosão da panela de pressão? Como você explica a explosão a partir dos conceitos que estudamos até o momento?

6.6 TERCEIRA AULA: SIMULAÇÃO DE SITUAÇÕES COTIDIANAS ENVOLVENDO O CONTEÚDO DE GASES

1. Objetivos:

- **Objetivo geral:** Trabalhar com o simulador situações do cotidiano
- **Objetivos específicos:**
 - a) Contextualizar com situações cotidianas as grandezas físicas macroscópicas dos gases apresentadas na segunda aula (número de partículas, temperatura, pressão e volume), através de interação com os participantes, com discussão norteada por perguntas pré-determinadas.

2. Conteúdos:

- Gases ideais;
- Volume;
- Temperatura;
- Pressão;
- Número de moléculas.

3. Desenvolvimento:

No início da aula serão realizadas diversas questões para os educandos, buscando saber quanto eles têm compreendido sobre o conteúdo que está sendo trabalhado até o momento e se eles conseguem vincular esse estudo ao seu cotidiano. O simulador será manipulado pelo educador, porém todas as situações a serem simuladas serão discutidas com o educando.

- Como um gás se comporta? (Espera com essa pergunta se o aluno tenha entendimento, pelo menos qualitativamente, sobre um modelo cinético dos gases, isso a partir do que ele viu no simulado);

- Você utiliza gás em seu cotidiano? (Espera que o educando consiga generalizar o conceito de gás e que traga exemplos dentro seu cotidiano);

- Existem formas de armazenamento de gás perigosas? (Essa pergunta tem o objetivo de investigar o quanto o educando entendeu as questões de proporcionalidade quanto a volume x pressão e o tipo de gás)

- Supondo que uma boia permanece cheia de ar, sem vazamentos, durante um ano. O que acontece com o volume da boia, durante o inverno e durante o verão? (as moléculas irão agitar mais no verão que no inverno, aumentando o volume da boia no verão e diminuindo no inverno). Quando o volume aumenta? (No verão, pois a temperatura é maior). Como podemos simular tal fato no simulador Phet.colorado estudado na aula anterior? (mantendo a pressão constante com a variação do volume, (a) colocando moléculas no compartimento, (b) apertando no botão "Pressão ↔ (vertical) V", e (c) esquentar e esfriar o compartimento para ver o volume variar, conforme a pressão e a agitação das moléculas).

- Você já deve ter ouvido falar em jogos de futebol que ocorrem em locais com uma altitude elevada, como em La Paz, no Peru, e em Quito, no Equador, que os jogadores precisam passar por uma adaptação. Você saberia dizer o motivo de isso acontecer? Quais grandezas físicas podem estar relacionadas com esse fato?

Objetivo: Essa questão tem o objetivo de fazer o aluno pensar em como a pressão estaria relacionado com a quantidade de moléculas de oxigênio, é possível fazer o paralelo utilizando da simulação, colocando menos partículas dentro do reservatório e analisando que a pressão está menor, que é o que ocorre em altitudes elevadas, devido a uma baixa pressão as moléculas estariam mais dispersas.

- Se você encher um balão de aniversário e aproximá-lo a uma fonte de calor, como um isqueiro, o que ocorre com o balão? E se colocá-lo na geladeira? Objetivo: Situação prática em que mostra a agitação das moléculas, ao se aquecer estoura o balão, e ao se esfriar fazem o balão se contrair, "murchar". Possível utilizar a simulação para demonstrar esse fenômeno, aquecendo e esfriando uma quantidade constante de partículas.

- Você já reparou que alguns balões de aniversário flutuam no ar? Se você encher um balão com ar do seu pulmão, esse balão não flutua, por quê? Objetivo: Mostrar que é possível classificar os gases de acordo com sua densidade.

- Os pneus de carros de corrida são enchidos com nitrogênio ao invés de oxigênio comprimido. Sabendo que a molécula de oxigênio é maior que a de nitrogênio, para uma mesma pressão, qual pneu possui mais moléculas em seu interior? O enchido com nitrogênio ou com oxigênio? Objetivo: Utilizar da simulação para mostrar que, para uma mesma pressão, um sistema com moléculas menores precisa de mais moléculas.

Gases

Retomando agora a tarefa de casa deixada anteriormente, se pensarmos na possível explosão de um botijão de gás ou de uma panela de pressão, o que poderia acontecer nessas duas situações para que ocorra essa explosão? Vamos tentar reproduzir essas situações aqui no simulador?

- Como vocês simulariam a explosão do botijão? (Injetando muitas partículas num espaço pequeno, diminuindo o volume e injetando muitas partículas);

- Aconteceu a explosão?

- E como vocês tentariam simular a explosão da panela de pressão? (Injetar partículas e esquentar até explodir.)

- Reparem que a explosão está sempre associada à pressão do gás!

- Imaginem uma bexiga sendo apertada até estourar. Como podemos tentar simular essa situação no simulador? (Injetar muitas partículas no recipiente e diminuir ao máximo o volume).

- A explosão está relacionada com que grandeza física então?

4. Referências

1. https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_pt_BR.html

6.7 TAREFA DE CASA

Nessa atividade procura-se que o educando consiga, além de saber responder as questões, interpretar as figuras que estão sendo colocadas.

- 1- Com base na informação que traz a figura abaixo, explique como seria o comportamento das partículas de um gás em relação à mudança da temperatura.

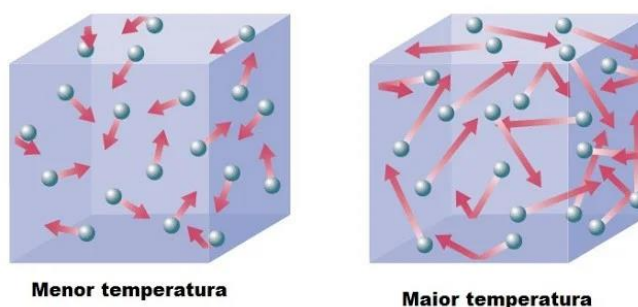


Figura 8: Representação da mudança de temperatura num gás.

- 2- A partir da figura abaixo, como você definiria a pressão que é aplicada a um gás.

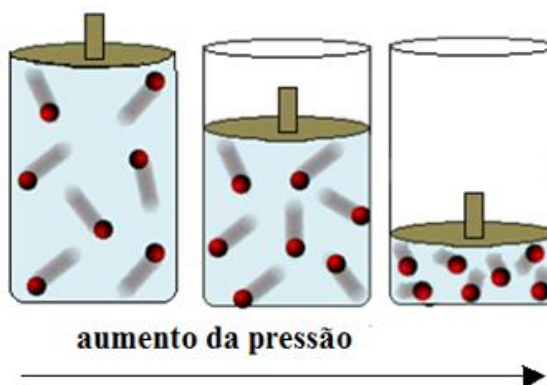


Figura 9: Representação da mudança da pressão em um gás.

- 3- Leitura das páginas 70 e 71 do GREF, Física Térmica para ler, fazer e pensar, vol 3, parte A, 18.

6.8 QUARTA AULA: RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS DE ESTADO

1. Objetivos:

- **Objetivo geral:** Transformações gasosas e sua representação matemática.
- **Objetivos específicos:**
 - a) Definir as variáveis estado;
 - b) Relacionar as variáveis de estado;
 - c) Apresentar a equação de Clapeyron.

2. Conteúdos:

- Variáveis estado de um gás: Pressão, volume, temperatura e quantidade de matéria;
- Equação de Clapeyron.

3. Desenvolvimento:

Começaremos a aula discutindo com os estudantes a tarefa de casa e retomando os conceitos de pressão, volume, temperatura e gás ideal. O simulador será manipulado pelo educador, porém todas as situações a serem simuladas serão discutidas com o educando.

Pressão seria o resultado do choque das partículas contra as paredes do recipiente, quanto maior a quantidade de choques, maior será o valor da pressão, dependendo também do número de partículas que temos no recipiente. A unidade na qual a pressão é apresentada no Sistema Internacional (SI) seria o Pascal (Pa).

O Volume do gás seria o espaço ocupado por ele, sendo que o gás tem a propriedade de ocupar todo o volume do recipiente. A unidade na qual o volume é apresentado no SI é o metro cúbico (m^3).

A temperatura é uma medida do estado de agitação das partículas. A unidade na qual ela é apresentada no SI é o Kelvin (K).

Definimos então o que chamaremos de gás ideal, o gás ideal é uma idealização que considera:

- As partículas que compõem o gás são adimensionais, ou seja, o volume das partículas é desprezível;

- Os choques entre as partículas e com as paredes do recipiente perfeitamente elásticos;
- Não existe interação a distância entre as partículas do gás.

Passaremos agora a discutir as transformações gasosas com o uso do simulador. Todas as situações que serão apresentadas vão ser simuladas e discutidas com os educandos.

Se considerarmos um gás que apresenta inicialmente uma condição 1, com: T_1 , P_1 e V_1 , mantemos a temperatura constante e diminuimos o volume do compartimento no simulador, o que vai acontecer? Qual variável de estado mudaria? Sabemos que com a mudança do volume do compartimento teremos um aumento da pressão. Chamemos o novo estado de equilíbrio do sistema de estado número 2. O novo estado apresenta então variáveis de estado: T_1 , P_2 e V_2 . Sendo assim, a temperatura do sistema durante o processo se manteve constante. Procuremos agora encontrar a relação entre P e V . Se consideramos que uma diminuição do tamanho do compartimento no simulador (volume) acarretou um aumento da pressão, podemos concluir que ambas as quantidades são inversamente proporcionais.

Consideremos agora um gás que apresenta inicialmente um estado caracterizado por T_1 , P_1 e V_1 . Mantendo a pressão constante e aumentando a temperatura do gás no simulador o que vai acontecer? Qual variável de estado muda? Teremos então uma variação do estado de equilíbrio do sistema, sendo o novo estado de equilíbrio caracterizado pelas variáveis: T_2 , P_1 e V_2 . Neste caso, observamos que ao aumentar a temperatura, aumentamos o número de choques das partículas com as paredes do sistema, fazendo com isto que o volume ocupado pelo gás aumente. Dessa forma podemos concluir que a temperatura e o volume do gás são variáveis diretamente proporcionais.

A seguir consideramos que o gás se encontra num volume fixo. Inicialmente o estado do gás é caracterizado pelas variáveis T_1 , P_1 e V_1 . Ao aquecer o sistema no simulador, teríamos um aumento da temperatura, o que produz uma mudança no estado de equilíbrio do sistema. Qual variável de estado muda nesse caso? Como seria essa mudança? Considerando que o novo estado de equilíbrio é caracterizado pelas variáveis: T_2 , P_2 e V_1 , é natural que nas condições do experimento, se $T_2 > T_1$ tenhamos $P_2 > P_1$. Assim podemos concluir que um aumento de temperatura resulta

em um aumento da pressão, pelo que essas duas variáveis de estado são diretamente proporcionais.

Considerando as situações discutidas acima é possível escrever as seguintes relações:

$$P \cdot V = k \quad (1)$$

$$\frac{P}{T} = k \quad (2)$$

$$\frac{V}{T} = k \quad (3)$$

Onde k representa uma constante a ser determinada para cada processo.

Das relações anteriores podemos concluir que, em geral:

$$\frac{P \cdot V}{T} = k \quad (4)$$

Sendo importante ressaltar que as relações anteriores são válidas para processos nos quais o número de partículas se mantém constante.

Dessa forma podemos propor que no caso geral, numa transformação na qual o gás passa de um estado de equilíbrio 1 a um outro estado de equilíbrio 2, a seguinte relação é satisfeita:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \quad (5)$$

Verifica-se ainda que a quantidade $\frac{P \cdot V}{T}$ é uma quantidade extensiva, uma quantidade se diz extensiva quando ao aumentar o tamanho do sistema, mantendo a sua densidade e temperatura constante, a quantidade aumenta proporcionalmente com o tamanho do sistema. Assim pressão e temperatura seriam quantidades não extensivas e o volume e o número de mols do sistema seriam quantidades extensivas. Uma vez verificada que a quantidade $\frac{P \cdot V}{T}$ é extensiva, o seu valor para um dado gás ideal só pode ser igual a uma outra quantidade extensiva. Como o estado do gás é completamente caracterizado pelas variáveis pressão, volume, temperatura e número de partículas (N) ou número de mols do gás (n), logo é necessário que $\frac{P \cdot V}{T} \propto n$. Tal relação de proporcionalidade pode ser convertida numa igualdade uma vez introduzida uma constante de proporcionalidade. Assim, nomeando a constante com a letra R, podemos concluir que a equação de estado geral do gás ideal terá a forma:

$$PV = nRT \quad (6)$$

A constante de proporcionalidade R é chamada de constante dos gases ideais e medições experimentais ou cálculos mais sofisticados permitem concluir que $R \approx 8,31 \text{ J/mol K}$.

4. Referências:

- 1- Leituras de Física GREF, Física Térmica para ler, fazer e pensar, vol 3, parte A, 18.
- 2- GASPAR, A. Física São Paulo, v.2, Ática, 2002
- 3- https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_pt_BR.html

6.9 TAREFA DE CASA

Resolva os seguintes exercícios com ajuda das relações matemáticas encontradas em aula e com a equação de Clapeyron.

1. Um químico recolhe um gás a 180°C , cujo volume é de 500 cm^3 . Para dimensionar a capacidade do recipiente ele precisa conhecer qual será o volume do gás a 0°C se a pressão for mantida constante. Determine o volume do gás.
2. Um balão meteorológico contém 75.000 m^3 de gás hélio quando está na superfície da Terra à pressão de 1 atmosfera. Ao alcançar uma altitude de 20 km, o seu volume atinge $1.500.000 \text{ m}^3$. Admitindo que a temperatura do gás se mantém constante, qual a pressão do gás hélio nessa altura?
3. Um freezer, regulado para manter a temperatura em seu interior a -190°C , foi fechado e ligado quando a temperatura ambiente estava a 270°C .
 - a) Determine a pressão em seu interior após um certo tempo de funcionamento.
 - b) Compare esse valor com o da pressão interna do freezer num ambiente cuja temperatura seja 400°C .

4. Determine o volume molar de um gás ideal, cujas condições estejam normais, ou seja, a temperatura à 273K e a pressão a 1 atm. (Dado: $R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$).
5. Determine o número de mols de um gás que ocupa volume de 90 litros. Este gás está a uma pressão de 2 atm e a uma temperatura de 100K. (Dado: $R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$).

Referências:

- 1- Leituras de Física GREF, Física Térmica para ler, fazer e pensar, vol 3, parte A, 18.
- 2- <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-equacao-clapeyron.htm>

6.10 QUINTA AULA: AVALIAÇÃO

1. Objetivos:

- **Objetivo geral:** Avaliar o entendimento do conteúdo que foi apresentado até o momento
- **Objetivos específicos:**
 - a) Promover o trabalho e a discussão em grupo entre os educandos;
 - b) Observar a capacidade dos educandos de trabalhar com o simulador de forma autónoma para dar resposta aos questionamentos que serão realizados.
 - c) Discutir com os educandos as respostas no final da aula e abrir um debate sobre o que eles acharam do uso do simulador em sala de aula.

2. Conteúdos:

- Gases ideias;
- Volume;
- Temperatura;
- Pressão;

- Número de moléculas.

3. Desenvolvimento:

Inicialmente serão trabalhadas as questões que foram deixadas como tarefa de casa. Logo serão realizadas duas atividades com os educandos no laboratório de informática da escola, onde eles serão divididos em grupos, 5 no máximo, para responderem assim às questões. A avaliação será desenvolvida no laboratório de informática para os educandos responderem às questões após a realização de simulações relacionadas às questões apresentadas. As duas questões estarão relacionadas ao conceito de variáveis de estado dos gases (P , V , T , N) e a sua relação de proporcionalidade direta ou inversa. O uso do simulador está destinado para que o educando que ainda apresente dificuldades sobre o tema, consiga representar com ele a situação que está sendo colocada e responder a questão, porém o simulador não seria obrigatório nessa aula.

Atividade 1: Descobrimo a relação entre variáveis de estado.

Utilizando o simulador, responda às seguintes questões a respeito das relações entre variáveis de estado dos gases ideais:

- Sem modificar o volume e a temperatura do sistema (sem aquecer ou resfriar o recipiente), se aumentarmos o número de partículas, o que acontece com a pressão do sistema?
- Mantendo constante a pressão e a temperatura, se aumentarmos o número de partículas, o que acontece com o volume? (dica no simulador: utilize a quarta opção à direita: manter constante pressão e variar volume).
- Mantendo a pressão e o número de partículas constantes, se esquentarmos o gás, o que acontece com o volume do sistema? (utilize ainda a quarta opção). E se esfriarmos o recipiente?
- Se fixarmos o número de partículas e diminuirmos o volume, o que precisa acontecer com a temperatura para que a pressão fique constante? (dica: quinta opção no simulador).
- Se fixarmos o número de partículas e aumentarmos o volume, o que precisa acontecer com a temperatura para que a pressão fique constante? (dica: quinta opção no simulador).

Atividade 2: descobrindo a relação entre variáveis de estado. Desse modo, podemos chegar à conclusão, de modo prático, de que:

- Pressão e volume são _____ (diretamente/inversamente) proporcionais.

- Volume e temperatura são _____ (diretamente/inversamente) proporcionais

- Temperatura e pressão são _____ (diretamente/inversamente) proporcionais

- Número de partículas e pressão são _____ (diretamente/inversamente proporcionais)

- Número de partículas e volume são _____ (diretamente/inversamente) proporcionais

Ao finalizar a avaliação, serão discutidas de forma conjunta as respostas a cada questão e será aberto um diálogo com os educandos para saber a reação da turma sobre o formato das aulas com o uso do simulador. Neste momento é importante dar voz aos estudantes para avaliar toda a estrutura da sequência e levantar aspectos que podem ser aperfeiçoados para uma próxima oferta.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo inicial desse trabalho foi obter um panorama das publicações que tinham como base o uso de simulações computacionais no Ensino de Física. A metodologia utilizada para essa etapa foi a análise de conteúdo, iniciada com o levantamento dos trabalhos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Para a primeira revista a pesquisa foi realizada manualmente, enquanto para a segunda o termo utilizado foi “simulações”. Após o levantamento dos trabalhos, o resumo de cada um deles foi lido e com isto desconsiderados os trabalhos que apresentavam o termo simulação, porém não tratava exatamente esse tema no escopo do artigo. Foram encontrados no total 18 trabalhos no CBEF e 54 na RBEF após terem sido desconsiderados os artigos que não se encaixavam ao conteúdo que estava sendo tratado. Esses trabalhos foram divididos por área do conhecimento da Física à que faziam referência. A tabela a seguir mostra esses resultados.

Quadro 4: Número de trabalhos reportados para cada área de conhecimento da Física na RBEF e no CBEF.

Área	Revista Brasileira de Ensino de Física	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
	Quantidades de trabalhos	Quantidades de trabalhos
Mecânica	19	3
Eletromagnetismo	6	4
Óptica	3	0
Físico-Química	3	0
Astronomia	6	2
Física Nuclear	3	0
Mecânica Estatística	1	0
Termodinâmica	1	1
Mecânica Clássica	3	0
Física Moderna	0	6
Geral	10	2

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Os trabalhos reportados foram todos codificados e colocados numa tabela no Apêndice para fácil acesso dos educadores no futuro.

Após a análise dos trabalhos, conseguimos fazer um levantamento das possíveis potencialidades e desafios do uso de simuladores que são trazidos pelos autores. Como potencialidades é destacado que: ampliam o poder de observação e compreensão do fenômeno que está sendo trabalhado, o conteúdo se apresenta mais

interessante para os educandos, maior interação em sala de aula, visualização de conceitos abstratos e educando como agente ativo em sala de aula. Possíveis desafios que foram citados seriam: dificuldade do processo de modelagem do fenômeno, falta de uma maior pesquisa na área, necessidade do educador saber mostrar as limitações que o modelo apresenta, necessidade das escolas estar equipadas com computadores e internet e que o educador precisa de uma preparação para aprender a trabalhar tanto como modelagem como com o próprio *software* de simulação.

A sequência didática proposta foi elaborada levando em consideração o design educacional, que é uma metodologia intervencionista, combinando aspectos teóricos de pesquisa com ambientes de aprendizagem. A proposta consta de cinco aulas de 45 minutos que ainda não foram ministradas, o que poderia ser realizado num trabalho futuro para discutir os resultados da implementação. Além das aulas, foi preparado um questionário diagnóstico e várias tarefas de casa para ajudar o educando no processo de ensino-aprendizagem. As tarefas de casa têm o intuito de fazer com que o educando tenha um momento de reflexão de forma individual, conseguindo dessa forma deixar claras as possíveis lacunas que ainda existem sobre o tema que está sendo tratado. Do ponto de vista curricular, o tema abordado foi os gases, o qual foi pensado com o uso de simulações computacionais. Desde o ponto de vista didático-metodológico, optamos por uma sequência didática que fornecesse um maior diálogo entre educador e educando, valorizando assim o pensamento crítico dos educandos. Na primeira aula da sequência será tratado o estado da matéria, onde inicialmente serão discutidas as questões colocadas no questionário diagnóstico e logo será realizada uma atividade experimental que ajudará a definir várias propriedades dos gases. A segunda e terceira aula serão apresentadas com o uso do simulador (PhET colorado), trazendo o uso dessa ferramenta para fazer com que o educando consiga através da simulação aprofundar seu entendimento sobre o fenômeno que está sendo tratado. Essas aulas seriam mais de debate, com questões que, antes de serem respondidas, irão ser simuladas para que o educando consiga formular uma resposta mais completa após observar o fenômeno que está sendo estudado. A quarta aula tem uma característica mais teórica, com apresentação dos conceitos e equações que seriam a base do que foi discutido nas aulas anteriores. Esses conceitos e equações serão também apresentados com ajuda do simulador, para assim conseguir um maior engajamento dos educandos. A quinta aula traz uma

atividade avaliativa e uma discussão sobre a percepção dos educandos sobre o uso do simulador para trabalhar o tema abordado na sequência. A etapa de validação do processo acontecerá após a sequência ser aplicada, só após a aplicação conseguiremos avaliar os pontos fortes e fracos da sequência didática e quais poderiam ser as melhorias para trabalhar esses possíveis pontos fracos encontrados.

Atualmente os educandos vem mostrando um desinteresse maior pelas aulas de Física, fato que está ligado às poucas horas aula que são dedicadas à disciplina no Ensino Médio, à falta de recursos que existem nas escolas para a realização de atividades experimentais que aumentem o interesse e engajamento da turma e ao fato da disciplina, na maioria das vezes, ser apresentada desconexa da realidade (MOREIRA, 2021). A sequência didática apresentada traz uma alternativa para apresentar aulas de Física mais interativas, dando ao educando um papel mais ativo e apresentando ferramentas de ensino que vão além do quadro: vídeos, simuladores, imagens e atividades experimentais que podem ser desenvolvidas em sala de aula com equipamentos de baixo custo.

A proposta apresentada aqui como sequência didática é uma possibilidade de abordagem para o estudo de gases em sala de aula, fazendo uso de uma ferramenta que é de interesse dos educandos e que traz uma maior interação em sala de aula. Simulações diferentes abordando o tema poderiam ser utilizadas na hora de colocar em prática essa sequência por outros educadores, o importante é apresentar uma metodologia, que mesmo sofrendo adaptações, consiga se mostrar eficiente para ser utilizada em sala de aula e que faça com que o educando tenha um papel mais ativo no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Ricardo *et al.* Utilização de métodos computacionais no ensino: a experiência de Geiger e Marsden do espalhamento de partículas alfa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 33–42, 1994. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7265>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- ANTUNES DE MACÊDO, Josué. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTA AUXILIAR AO ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETROMAGNETISMO: Elaboração de Um Roteiro de Atividades para Professores do Ensino Médio. [s. l.], 2009.
- ARAÚJO, Evando Santos *et al.* O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 1–25, 2021.
- BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo (Em Português do Brasil). [s. l.], v. 1a, p. 280, 2011.
- BERGQVIST, L. **Monte Carlo Simulations of Ferromagnetic Quasi Two Dimensional Spin Model Systems**. 2000. - Uppsala University, [s. l.], 2000.
- CUPERTINO GOMES XAIENY LUIZA SOUZA OLIVEIRA FRANCO ALEXSANDRO SILVESTRE DA ROCHA, Érica DE. **USO DE SIMULADORES PARA POTENCIALIZAR A APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA**. [S. l.: s. n.], 2020.
- DING, Yimin; FANG, Hao. Using a simulation laboratory to improve physics learning: A case exploratory learning of diffraction grating. **Proceedings of the 1st International Workshop on Education Technology and Computer Science, ETCS 2009**, [s. l.], v. 3, p. 3–6, 2009.
- ENERGY2D. Interactive Heat Transfer Simulations for Everyone. **The Physics Teacher**, [s. l.], v. 50, n. 4, p. 237–240,
- GADDIS, B. **Learning in a Virtual Lab: Distance Education and Computer Simulations**. 2000. - University of Colorado, [s. l.], 2000.
- LIJNSE, P. Methodological aspects of design research in physics education. Designing theory-based teaching-learning sequences for science education. [s. l.], p. 143, 2010.
- LIU, Han Chin; ANDRE, Thomas; GREENBOWE, Thomas. The impact of learner's prior knowledge on their use of chemistry computer simulations: A case study. **Journal of Science Education and Technology**, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 466–482, 2008.
- MARTINS, A.; FIOLEAIS, C. Y PAIVA, J. **Simulações on-line no ensino da Física e da Química**. [S. l.], 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277096039_Simulacoes_on-line_no_ensino_da_Fisica_e_da_Quimica. Acesso em: 9 jun. 2023.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 77–86, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/4gsZ3kVfMKNxGzMcyRBZzFq/?lang=pt>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: da visão clássica à visão crítica**. [S. l.], 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 43, p. e20200451, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/>. Acesso em: 9 jun. 2023.

MORO, Fernanda Teresa *et al.* Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 987–1008, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p987>. Acesso em: 9 jul. 2023.

NARDI, Roberto. **Memórias do ensino de ciências no Brasil: a constituição da área segundo pesquisadores brasileiros, origens e avanços da pós-graduação**. [S. l.], 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/135432>. Acesso em: 9 jun. 2023.

PENA, Fábio Luis Alves. **Uma nota histórica sobre os periódicos nacionais especializados em ensino de física** *Revista Brasileira de Ensino de Física*. [S. l.: s. n.], 2009.

PHET. **PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://phet.colorado.edu/?gad=1&gclid=Cj0KCQjwtaMI BhD3ARIsAARoaEyPL0S7wI Czf30CDD0kSoRfk_Dg4YWR0U9SeOPqy1T9vRKA-2EGfC0aAm57EALw_wcB. Acesso em: 9 jul. 2023.

PLOETZNER, Rolf *et al.* Students' difficulties in learning from dynamic visualisations and how they may be overcome. **Computers in Human Behavior**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 56–65, 2009.

PLOMP, T.; NIEVEEN, N. Educational Design Research: an introduction. Netherlands Institute for Curriculum Development. [s. l.], 2007.

REUSCH, W. Combining Measurement and Modelling Using Graphics Editor. *In:* , 1996, Ljubjana, Slovenia. **Proceedings of the GIREPICPE- ICTP International Conference: New Ways of Teaching Physics**. Ljubjana, Slovenia: [s. n.], 1996.

SENGEL, E. Y OZDEN, M. Y. **The Effects of Computer Simulated Experiments on High School Students' Understanding of the Displacement and Velocity Concepts**. [S. l.], 2010. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/234136961_The_Effects_of_Computer_Simulated_Experiments_on_High_School_Students'_Understanding_of_the_Displacement_and_Velocity_Concepts. Acesso em: 9 jun. 2023.

TRAMPUS, M. & VELENJE, G. Let Computers Compute - Mathcad and Word in Secondary School Physics. *In:* , 1996, Ljubjana, Slovenia. **Proceedings of the GIREP-ICPE-ICTP International Conference: New Ways of Teaching Physics**. Ljubjana, Slovenia: [s. n.], 1996.

YEO, Shelley *et al.* What do students really learn from interactive multimedia? A physics case study. **American Journal of Physics**, [s. l.], v. 72, n. 10, p. 1351–1358, 2004.

ZACHARIA, Zacharias; ANDERSON, O. Roger. The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. **American Journal of Physics**, [s. l.], v. 71, n. 6, p. 618–629, 2003.

APÊNDICE A

Caderno Brasileiro de Física as seguintes publicações:

Identificação	Ano	Autores	Título	Link
CBEF1	2009	Tatiana da Silva	Ensino a distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos.	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2009v26n3p533
CBEF2	2012	Stenio Octávio de Oliveira Cardoso, Adriana Gomes Dickman	Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp2p891
CBEF3	2012	Leonardo Albuquerque Heidemann, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit	Ciclos de Modelagem: uma alternativa para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp2p965
CBEF4	2012	Helder Figueiredo Paula, Sergio Luiz Talim	Uso coordenado de ambientes virtuais e outros recursos mediacionais.	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p614
CBEF5	2012	Sergio Eduardo Duarte	Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p525
CBEF6	2012	Josué Antunes de Macêdo, Adriana Gomes Dickman, Isabela Silva Faleiro de Andrade	Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p562
CBEF7	2012	Tatiana da Silva	Um jeito de fazer hiperfísica para o ensino de Física	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp2p864
CBEF8	2012	Nelson Canzian da Silva	Laboratório virtual de Física Moderna: atenuação da radiação pela matéria	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29n3p1206
CBEF9	2015	Nelson Canzian da Silva	Laboratório virtual de física moderna: sistema para espectrometria gama	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n2p542
CBEF10	2015	Antonio Augusto Soares, Letícia Estevão Moraes,	Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos.	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p915

		Franciéle Gonçalves Oliveira		
CBEF11	2016	Fernanda Teresa Moro, Italo Gabriel Neide, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt	Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no Ensino Médio	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p987
CBEF12	2017	Fábio Bartolomeu Santana, Paulo José Sena dos Santos	Espectroscopia e modelos atômicos: uma proposta para a discussão de conceitos de Física Moderna no Ensino Médio	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n2p555
CBEF13	2017	Ericarla de Jesus Souza, Luiz Adolfo de Mello	O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n2p530
CBEF14	2017	Aline Tiara Mota, Mikael Frank Rezende Jr	As contribuições das tecnologias da informação e comunicação em um curso de Astronomia a distância: uma análise à luz da Teoria dos Campos Conceituais	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n3p971
CBEF15	2019	Italo Gabriel Neide, Andréia Spessatto Maman, Maria Madalena Dullius, Adriana Belmonte Bergmann, Marli Teresinha Quartieri	Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n2p567
CBEF16	2020	Márcia da Costa, Irinéa de Lourdes	Abordagem histórico-didática para o ensino da Teoria Eletrofraca utilizando simulações computacionais de experimentos históricos	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n1p242
CBEF17	2021	Márcia da Costa, Murilo Crivellari Camargo, Yago Henrique Pereira, Irinéa de Lourdes Batista, Jacques	Simulações virtuais de experimentos históricos para o ensino da Teoria Eletrofraca	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e72923

		Duílio Brancher		
CBEF18	2022	Clebson dos Santos Cruz, Lucas Queiroz Galvão, Suiane Rosa, Wanisson Silva Santana	O uso do python na construção de simuladores computacionais: proposições e potencialidades para o ensino de Física	https://doi.org/10.5007/2175-7941.2022.e82206

Título: Ensino a distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos.

Publicação: 10 de novembro de 2009

Autores: Tatiana da Silva

Tema: Neste trabalho, apresenta-se um material didático hipermídia sobre os movimentos da Terra e os fenômenos astronômicos: Estações do Ano, Fases da Lua e Eclipses. Os temas estão presentes em nosso cotidiano, e desafiam pelos aspectos de beleza e influência na história do ser humano. No entanto, professores e alunos têm muita dificuldade em sua compreensão. Nesse contexto, este material pode ser uma alternativa para auxiliar na superação das dificuldades de compreensão desses fenômenos por utilizar recursos computacionais (animações, simulações) que podem facilitar a construção de modelos mentais.

Área: Astronomia

Título: Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico

Publicação: 19 de agosto de 2012

Autores: Stenio Octávio de Oliveira Cardoso, Adriana Gomes Dickman

Tema: Neste trabalho, é relatado o processo de elaboração e aplicação de uma sequência de atividades que se apoia no uso de simulações computacionais para o ensino do efeito fotoelétrico, explorando os conhecimentos prévios dos alunos e, de maneira gradual, introduzindo novos conceitos. A sequência é composta pelas seguintes etapas: pré-teste; organizadores prévios; aplicação da simulação com roteiro de estudo; organizador explicativo; teste final. Essas etapas são o resultado da interpretação da Teoria de aprendizagem significativa de Ausubel para aquisição de conhecimento, priorizando a organização da estrutura de conceitos. Acredita-se

que o uso de simulações computacionais pode levar a ganhos cognitivos ao educando, desde que sejam utilizadas consistentemente com uma teoria de aprendizagem. Nas atividades, foi utilizada a simulação do efeito fotoelétrico desenvolvida pelo projeto PhET da Universidade do Colorado. A sequência de atividades foi aplicada a uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma instituição de ensino particular. Analisando as respostas da avaliação final, pode-se afirmar que, no geral, houve um entendimento dos alunos em relação aos conceitos relacionados ao fenômeno em questão, sendo identificado principalmente um ganho no grau de exclusividade deles. Dessa maneira, apoiados em um índice de acerto acima de 67% para a maioria das questões, pode-se considerar a sequência elaborada como um material potencialmente significativo para o ensino do efeito fotoelétrico.

Área: Física Moderna

Título: Ciclos de Modelagem: uma alternativa para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física

Publicação: 19 de agosto de 2012

Autores: Leonardo Albuquerque Heidemann, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit

Tema: Neste trabalho, defendemos o desenvolvimento de ciclos de modelagem, conduzidos a partir das ideias de David Hestenes, como uma alternativa para nortear propostas didáticas que integrem atividades experimentais e atividades baseadas em simulações computacionais. Através de uma estratégia que estimula os alunos a explorarem os domínios de validade dos modelos teóricos e a dominar diferentes tipos de ferramentas de representação, propomos que a metodologia aqui apresentada tem potencial para promover uma concepção de ciência mais coerente com visões epistemológicas contemporâneas, percebendo o fazer ciência como uma atividade tipicamente humana, através da qual os cientistas buscam construir representações dos fenômenos físicos, com grau de pré-cisão variado e contexto limitado. Por fim, apresentamos possibilidades de uso dos softwares Tracker e Modellus para explorar os limites do domínio de validade de um modelo teórico de pêndulo simples durante um ciclo de modelagem. Em uma aplicação com alunos de um Mestrado Profissional em Ensino de Física, tal ciclo se mostrou importante para explicitar aos alunos-professores as diferenças entre o modelo teórico

estudado e fenômenos empíricos, na tentativa de contribuir para o aprofundamento da compreensão deles sobre o processo de modelagem científica. Alguns aspectos práticos dessa aplicação e de outra envolvendo a lei de resfriamento de Newton também são discutidos no presente artigo.

Área: Mecânica

Título: Uso coordenado de ambientes virtuais e outros recursos mediacionais.

Publicação: 30 de agosto de 2012

Autores: Helder Figueiredo Paula, Sergio Luiz Talim

Tema: Este trabalho investiga a percepção de estudantes sobre o uso de um laboratório virtual como recurso de ensino e aprendizagem. Esse ambiente virtual permite a manipulação de elementos de circuito e aparelhos medidores. Além desse recurso, outros sete recursos foram concebidos para serem usados de maneira coordenada, de modo a mediar a ação dos estudantes, bem como as interações estudante-estudante e estudantes-professor, os quais têm como foco o ensino e a aprendizagem do conhecimento escolar sobre circuitos elétricos. Neste artigo, são discutidos os conceitos de mediação, ação mediada e recursos mediacionais, bem como uma interpretação teórica, elaborada a posteriori, das escolhas que nos levaram a conceber e a coordenar os recursos que utilizamos. A avaliação da pertinência de nossas expectativas, em relação às contribuições do uso de ambientes virtuais pelos estudantes levou-nos às seguintes questões: (a) como se compara o engajamento declarado pelos estudantes no uso do laboratório virtual simulador de circuitos, com o engajamento declarado por esses sujeitos no uso dos outros recursos mediacionais?; (b) para os estudantes, o uso do laboratório virtual contribuiu para a realização das ações de ensino e aprendizagem mediadas pelos outros recursos? Os dados que construímos para responder a essas questões foram produzidas a partir de um questionário de avaliação do curso e de autoavaliação respondido pelos estudantes ao final de um trimestre letivo. Os resultados encontrados mostram um alto engajamento discente no uso dos recursos mediacionais e sua percepção acerca da importância do ambiente virtual para a realização das ações mediadas pelos outros recursos.

Área: Eletromagnetismo

Título: Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação

Publicação: 30 de agosto de 2012

Autores: Sergio Eduardo Duarte

Tema: Os experimentos de baixo custo representam uma alternativa à ausência de laboratórios equipados nas escolas, além de serem uma forma de aproximar o aluno da ciência através de materiais de fácil obtenção e disponíveis no seu cotidiano. A utilização de vídeos e simulações, no auxílio do processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas do Ensino Médio, também constitui uma ferramenta útil para que os alunos percebam a ciência como uma forma de representação dos fenômenos naturais. É comum a esses estudantes a ideia de que a ciência é puramente abstrata e desvinculada da realidade, pois se baseiam nas situações, quase sempre ideais, que surgem nos problemas de Física. O processo de passagem do concreto para o abstrato é, muitas vezes, esquecido, já que somente é apresentada ao aluno a parte abstrata. Este trabalho tem por finalidade propor a utilização daqueles recursos, experimentos de baixo custo e simulações, de forma conjugada, abordando um tema frequentemente omitido dos livros didáticos de Ensino Médio: a dinâmica da rotação. Nele, apresentamos um kit experimental idealizado e produzido por nós, assim como um software, também de nossa autoria¹, e fazemos diversas sugestões para a aplicação conjunta desses dois elementos.

Área: Mecânica

Título: Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade

Publicação: 30 de agosto de 2012

Autores: Josué Antunes de Macêdo, Adriana Gomes Dickman, Isabela Silva Faleiro de Andrade

Tema: Neste trabalho é relatado o processo de elaboração e aplicação de um Roteiro de Atividades, dirigido a professores do Ensino Médio, no qual são utilizadas simulações computacionais para o ensino de temas selecionados de Eletromagnetismo. As atividades foram desenvolvidas com base nos momentos pedagógicos de Delizoicov: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento. O Roteiro de Atividades é constituído por treze atividades sobre Circuitos simples e oito atividades sobre Ímãs, Corrente elétrica e Indução

eletromagnética. As atividades utilizam as simulações Kit para Construção de Circuitos (KCC) e Laboratório de Eletromagnetismo, ambas desenvolvidas pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET) da Universidade do Colorado e disponíveis gratuitamente online. O roteiro desenvolvido para introduzir o tópico “Condutores e isolantes” foi aplicado a uma turma do terceiro ano do Ensino Médio. A partir da análise dos dados, obtidos por meio da aplicação de um questionário pré e pós-teste, conclui-se que a aula baseada no simulador computacional promoveu uma mudança conceitual nos alunos, permitindo a assimilação das diferenças básicas entre materiais que são condutores ou isolantes.

Área: Eletromagnetismo

Título: Um jeito de fazer hipermídia para o ensino de Física

Publicação: 05 de setembro de 2012

Autores: Tatiana da Silva

Tema: Neste trabalho, apresentam-se as bases teóricas e metodológicas do processo de elaboração e de produção de materiais didáticos apoiados em recursos computacionais tais como animações, simulações, jogos e laboratórios virtuais, para uso no ensino de física. O material foi construído com recursos de hipermídia, que une os conceitos de não linearidade, hipertexto e multimídia (animações, simulações, sons) numa só linguagem. O conceito de hipermídia pode ser também associado ao conceito de objeto de aprendizagem o que permite a criação de materiais digitais com diferentes granularidades que vão desde uma atividade até um curso completo. Se o material didático for criado com esta preocupação, ele pode ser utilizado em diferentes ambientes de aprendizagem, sob diferentes plataformas, e fornecem uma base para que a avaliação de seu uso possa ser feita também em diferentes situações didáticas. Os temas abordados fazem parte de conteúdos discutidos no ensino médio e nas disciplinas de física básica do ensino superior. O material encontra-se disponível em página aberta na internet e alguns deles também podem ser acessados a partir do banco de objetos educacionais do MEC.

Área: Geral

Título: Laboratório virtual de Física Moderna: atenuação da radiação pela matéria

Publicação: 14 de dezembro de 2012

Autores: Nelson Canzian da Silva

Tema: O artigo descreve como foi implementada uma simulação computacional de um sistema de detecção de radiação ionizante semelhante ao encontrado em tradicionais laboratórios de física moderna. A simulação modela um sistema composto por “fontes” radioativas emissoras de fótons com energias bem definidas e de um “detector” de comportamento semelhante a um sistema de espectrometria de fótons (cintilador + fotomultiplicadora + analisador multicanal). Como em um sistema real, além de escolher a fonte, é possível ajustar a tensão na fotomultiplicadora, o ganho do amplificador e o ganho de conversão do analisador multicanal, observando-se o efeito disso nos “dados” adquiridos. São apresentados e discutidos resultados obtidos com o simulador para alguns roteiros de experimentos (calibração em energia, identificação de energias desconhecidas, determinação da resolução em energia etc.). A simulação foi utilizada com duas turmas do curso de licenciatura em física a distância da UFSC em 2011 e em 2014, associadas à realização do experimento real. Permeando o texto são discutidos as motivações e os problemas do uso das simulações neste contexto. À guisa de conclusão é discutido como o trabalho se relaciona às principais metas dos laboratórios introdutórios de física, segundo um comitê da American Physical Society especificamente constituído para isso.

Área: Física Moderna

Título: Laboratório virtual de física moderna: sistema para espectrometria gama

Publicação: 17 de março de 2015

Autores: Nelson Canzian da Silva

Tema: O artigo descreve como foi implementada uma simulação computacional de um sistema de detecção de radiação ionizante semelhante ao encontrado em tradicionais laboratórios de física moderna. A simulação modela um sistema composto por “fontes” radioativas emissoras de fótons com energias bem definidas e de um “detector” de comportamento semelhante a um sistema de espectrometria de fótons (cintilador + fotomultiplicadora + analisador multicanal). Como em um sistema real, além de escolher a fonte, é possível ajustar a tensão na fotomultiplicadora, o ganho do amplificador e o ganho de conversão do analisador multicanal, observando-se o efeito disso nos “dados” adquiridos. São apresentados e

discutidos resultados obtidos com o simulador para alguns roteiros de experimentos (calibração em energia, identificação de energias desconhecidas, determinação da resolução em energia etc.). A simulação foi utilizada com duas turmas do curso de licenciatura em física a distância da UFSC em 2011 e em 2014, associadas à realização do experimento real. Permeando o texto são discutidas as motivações e os problemas do uso das simulações neste contexto. À guisa de conclusão é discutido como o trabalho se relaciona às principais metas dos laboratórios introdutórios de física, segundo um comitê da American Physical Society especificamente constituído para isso.

Área: Física Moderna

Título: Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos.

Publicação: 09 de junho de 2015

Autores: Antonio Augusto Soares, Letícia Estevão Moraes, Franciéle Gonçalves Oliveira

Tema: A física moderna e contemporânea como matéria de conhecimento no nível médio da educação básica tem sido defendida por diversos autores, mas apesar dos avanços tecnológicos e científicos, poucos estudos têm sido realizados na utilização de computadores e outras mídias no ensino de alguns temas dessa área. Neste trabalho utilizamos junto a duas turmas do ensino médio da rede pública algumas maneiras de fazer uso do computador e de simuladores interativos para uma melhor compreensão de alguns fenômenos físicos nessa área. Realizamos nossas análises a partir da perspectiva sócio-interativa de Vygotsky. Foram explorados os tópicos de espectroscopia, radioatividade e física nuclear usando as simulações interativas desenvolvidas pelo projeto Physics Educational Technology (PhET) da Universidade do Colorado. Concluímos que o uso de tais simuladores interativos auxilia no processo de ensino de tais tópicos, ajudando em sua compreensão e despertando o interesse dos estudantes para o tema.

Área: Física Moderna

Título: Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no Ensino Médio

Publicação: 15 de dezembro de 2016

Autores: Fernanda Teresa Moro, Italo Gabriel Neide, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt

Tema: Este trabalho resulta de uma pesquisa qualitativa que foi desenvolvida com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular do município de Erechim, Rio Grande do Sul. A pesquisa buscou investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes no tópico transferência de energia térmica. Para as atividades experimentais e as simulações computacionais foram planejadas atividades para desenvolver o senso crítico do aluno frente aos experimentos. Os dados analisados apontaram que: a) os estudantes evidenciaram, no questionário semiestruturado dos conhecimentos prévios, antes da intervenção pedagógica, a falta de alguns subsunçores relacionados aos conceitos de propagação da energia térmica, pois não diferenciavam calor e temperatura, o que para muitos significavam sinônimos; b) o material elaborado e proposto nesta prática mostrou ser potencialmente significativo, pois contribuiu para que houvesse modificação, enriquecimento e elaboração de subsunçores presentes nas estruturas cognitivas de alguns alunos, possibilitando a relação entre o conteúdo e fenômenos que muitas vezes são observados no cotidiano, bem como a diferenciação entre as três formas de transferência de energia térmica e, a existência concomitante delas; c) os estudantes, diante da proposta apresentada, estavam motivados e predispostos para trabalhar com as atividades experimentais e as simulações, realizando estas com entusiasmo e demonstrando interesse, favorecendo a ocorrência da aprendizagem significativa; d) a elaboração dos mapas conceituais e sua apresentação (ao término das atividades propostas) evidenciaram alterações nos subsunçores dos estudantes, bem como apontaram que as atividades experimentais vinculadas às simulações computacionais podem ser uma ferramenta para auxiliar na aprendizagem de alguns conceitos de transferência de energia térmica. Ao final da pesquisa, foi disponibilizado um produto educacional para auxiliar outros professores em suas práticas pedagógicas.

Área: Termodinâmica

Título: Espectroscopia e modelos atômicos: uma proposta para a discussão de conceitos de Física Moderna no Ensino Médio

Publicação: 09 de agosto de 2017

Autores: Fábio Bartolomeu Santana, Paulo José Sena dos Santos

Tema: O texto apresenta os resultados da aplicação de uma sequência didática elaborada para a discussão de alguns conceitos de física moderna, a partir da questão: “como o homem sabe do que o Sol é feito se ele nunca esteve lá?”. No percurso didático os conceitos relevantes – espectroscopia do século XIX, as quantizações da energia e da radiação, e os modelos atômicos propostos por Thomson, Rutherford e Bohr – foram abordados através do uso de: atividades experimentais, simulações, vídeos e da elaboração de textos e questões por parte dos estudantes. Neste trabalho serão apresentados os resultados de uma análise qualitativa de cinco questões da avaliação que abordaram os aspectos diretamente relacionados ao modelo de Bohr. Esta análise permitiu concluir que a sequência foi bem-sucedida, uma vez que mais de 50,0% dos estudantes elaboraram respostas satisfatórias para as questões referentes as quantizações da energia e da radiação. Apesar do relativo sucesso percebeu-se que os estudantes apresentaram uma dificuldade em relacionar as transições eletrônicas com a formação dos espectros.

Área: Física Moderna

Título: O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica

Publicação: 09 de agosto de 2017

Autores: Ericarla de Jesus Souza, Luiz Adolfo de Mello

Tema: Este artigo apresenta a proposta e os resultados de se utilizar no ensino de Física jogos educacionais, atividades experimentais e simulações computacionais como técnica de ensino-aprendizagem. O conteúdo abordado é o de hidrodinâmica e sua aplicação nos conceitos físicos envolvidos no voo de aviões.

Área: Mecânica

Título: As contribuições das tecnologias da informação e comunicação em um curso de Astronomia a distância: uma análise à luz da Teoria dos Campos Conceituais

Publicação: 08 de dezembro de 2017

Autores: Aline Tiara Mota, Mikael Frank Rezende Jr

Tema: Este trabalho descreve o planejamento e analisa a aplicação de um curso a distância de Astronomia em que participaram 17 alunos do Ensino Médio de uma escola da rede particular do sul de Minas Gerais. O curso ocorreu em um

Ambiente Virtual de Aprendizagem e utilizou recursos como simulações, vídeos e textos.

Área: Astronomia

Título: Percepções dos professores sobre o uso do software Modellus em uma experiência de modelagem

Publicação: 28 de agosto de 2019

Autores: Italo Gabriel Neide, Andréia Spessatto Maman, Maria Madalena Dullius, Adriana Belmonte Bergmann, Marli Teresinha Quartieri

Tema: Esta pesquisa de carácter qualitativo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos em relação à utilização de uma modelagem computacional com o software Modellus num curso de formação continuada para professores da Educação Básica.

Área: Geral

Título: Abordagem histórico-didática para o ensino da Teoria Eletrofraca utilizando simulações computacionais de experimentos históricos

Publicação: 06 de abril de 2020

Autores: Márcia da Costa, Irinéa de Lourdes

Tema: Este artigo apresenta uma proposta didática para o Ensino Superior, voltada para a discussão de temas de Física Moderna Contemporânea, que inclui a abordagem da Teoria Eletrofraca por meio de uma composição histórica dessa teoria e simulações computacionais dos experimentos históricos que contribuíram no processo de unificação das interações eletromagnéticas e fracas.

Área: Física Moderna

Título: Simulações virtuais de experimentos históricos para o ensino da Teoria Eletrofraca

Publicação: 25 de março de 2021

Autores: Márcia da Costa, Murilo Crivellari Camargo, Yago Henrique Pereira, Irinéa de Lourdes Batista, Jacques Duílio Brancher

Tema: Este artigo apresenta um conjunto de simulações virtuais elaboradas com base em experimentos históricos que contribuíram para o processo de unificação

das interações eletromagnética e fraca, bem como sugestões para utilização em sala de aula.

Área: Física Moderna

Título: O uso do python na construção de simuladores computacionais: proposições e potencialidades para o ensino de Física

Publicação: 07 de abril de 2022

Autores: Clebson dos Santos Cruz, Lucas Queiroz Galvão, Suiane Rosa, Wanisson Silva Santana

Tema: Este trabalho tem como intuito discutir o potencial das simulações computacionais, especificamente em python e vpython, como recursos de desenvolvimento de simuladores relacionadas a fenômenos da natureza abordados no estudo da mecânica.

Área: Mecânica

No caso da Revista Brasileira de Ensino de Física, encontramos os seguintes trabalhos:

Identificação	Ano	Autores	Título	Link
RBEF1	1995	Paulo Ricardo da Silva Rosa	Uso de computadores no Ensino de Física. Parte I: Potencialidades e uso real.	http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol17a21
RBEF2	1998	Luciano Terra Peixoto e Keydson Quaresma Gomes	Simulação Gráfica em Computador do Comportamento de uma Cadeia Atômica Linear.	https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v20_111
RBEF3	2000	Luciano Terra Peixoto e Newton Elói Oliveira de Azevedo.	Simulação Gráfica do Comportamento Quântico da Cadeia Monoatômica.	https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_468
RBEF4	2000	José de Souza Nogueira, Carlos Rinaldi, Josimar M. Ferreira e Sérgio R. de Paulo	Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa.	http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_517
RBEF5	2001	Plínio Delatorre, Valmir Fadel e Walter Filgueira de Azevedo Junior	Simulação da Densidade Eletrônica para Cristais Unidimensionais e Bidimensionais.	https://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_63

RBEF6	2001	C. E. Aguiar e F. Laudares	Aquisição de Dados Usando Logo e a Porta de Jogos do PC	https://doi.org/10.1590/S1806-11172001000400003
RBEF7	2002	E. A. Veit e V. D. Teodoro	Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino	https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200003
RBEF8	2002	Mônica G. Menezes de Magalhães, Dietrich Schiel, Iria Müller Guerrini, Euclides Marega Jr	Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos: Uma Atividade para Alunos do Ensino Médio	https://www.scielo.br/rbef/a/pb7FybDgwTCW3bg7JN3Q6cH/abstract/?lang=pt
RBEF9	2002	Alexandre Medeiros e Cleide Farias de Medeiros	Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física	https://doi.org/10.1590/S0102-47442002000200002
RBEF10	2002	Roberto da Silva e J. R. Drugowich de Felício	Simulação Monte Carlo com Repesagem Aplicada ao Calor Específico de Sólidos	https://doi.org/10.1590/S0102-47442002000200005
RBEF11	2002	Giuseppi Camiletti e Laércio Ferracioliy.	A Utilização da Modelagem Computacional Semiquantitativa no Estudo do Sistema Mola-Massa	https://doi.org/10.1590/S0102-47442002000200006
RBEF12	2002	O. Negrini Neto	Soluções Eletrônicas para Cálculos de Velocidades em Acidentes de Trânsito	https://doi.org/10.1590/S0102-47442002000200007
RBEF13	2002	Lucas Bleicher, Moésio Medeiros da Silva, Júlio Wilson Ribeiro e Márcio Gurjão Mesquita	Análise e Simulação de Ondas Sonoras Assistidas por Computador	https://doi.org/10.1590/S0102-47442002000200008
RBEF14	2002	Shirley Takeco Gobara, Paulo Ricardo da Silva Rosa, Umbelina Giacometti Piubéli e Aline Kassab Bonfim	Estratégias para Utilizar o Programa Prometeus na Alteração das Concepções em Mecânica	https://doi.org/10.1590/S0102-47442002000200009
RBEF15	2002	Véra Lúcia da Fonseca Mossmann, Kelen Berra de Mello	Determinação dos Coeficientes de Atrito Estático e Cinemático Utilizando-se a Aquisição Automática de Dados	https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200010

		Francisco Catelli, Helena Libardi e Igino Santo Damo		
RBEF16	2002	Marisa Almeida Cavalcante, Elias da Silva, Reginaldo do Prado	O Estudo de Colisões através do som	https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200011
RBEF17	2002	E. A. Veit, P. M. Mors e V. D. Teodoro.	Ilustrando a Segunda Lei de Newton no Século XXI	https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200014
RBEF18	2002	Antônio Vanderlei dos Santos, Selan Rodrigues dos Santos e Luciane Machado Fraga	Sistema de Realidade Virtual para Simulação e Visualização de Cargas Pontuais Discretas e seu Campo Elétrico.	https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200015
RBEF19	2002	Hendrik T. Macedo e Cláudio A. Macedo	Propriedades Mecânicas e Geométricas de Objetos Homogêneos Delgados e Poligonais.	https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200016
RBEF20	2002	S. S. B. Jácome, F. F. de Medeiros, G. Corso, e L. S. Lucena	Visualizando os Modos Normais de Vibração com o Computador	https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200018
RBEF21	2002	Wilton P. Silva, Cleide M. D. P. S. e Silva, Cleiton D. P. S. e Silva, Ivomar Brito Soares e Diogo D. P. S. e Silva	Apresentação do Software Educacional "Vest21 Mecânica"	https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200019
RBEF22	2002	N. L. Dias, A. G. Pinheiro e G. C. Barroso	Laboratório Virtual de Física Nuclear	https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200020
RBEF23	2002	Helio V. Fagundes	Modelos Cosmológicos e a Aceleração do Universo	https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200022
RBEF24	2003	Carlos Fiolhais e Jorge Trindade	Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas	http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_259
RBEF25	2004	Ives S. Araujo, Elaine A. Veit e Marco A. Moreira	Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de Cinemática	https://doi.org/10.1590/S1806-11172004000200013

RBEF26	2005	Jalves S. Figueira	Easy Java simulations- Modelagem computacional para o ensino de Física	https://doi.org/10.1590/S1806-11172005000400017
RBEF27	2006	Augusto César de Castro Barbosa, Cláudio Gonçalves Carvalhaes e Marcus Vinicius Tovar Costa	A computação numérica como ferramenta para o professor de Física do Ensino Médio	https://doi.org/10.1590/S0102-47442006000200016
RBEF28	2006	Antônio Flavio Licarião Nogueira	Experimentos para o ensino de eletrostática com auxílio computadorizado	https://doi.org/10.1590/S0102-47442006000400007
RBEF29	2006	Thiéberson Gomes e Laércio Ferracioli	A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de Física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo	https://doi.org/10.1590/S0102-47442006000400008
RBEF30	2006	Pedro F.T. Dorneles, Ives S. Araujo e Eliane A. Veit	Simulação e modelagem computacionais no auxílio á aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte 1- circuitos elétricos simples	https://doi.org/10.1590/S1806-11172006000400011
RBEF31	2006	Guilherme Dionisio e Wictor C. Magno	Photogate de baixo custo com a porta de jogos de PC	https://doi.org/10.1590/S0102-47442007000200014
RBEF32	2007	Valmir Heckler, Maria de Fátima Oliveira Saraiva e Kepler de Souza Oliveira Filho	Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica	https://doi.org/10.1590/S0102-47442007000200011
RBEF33	2007	Saulo Meirelles e Nelson Violante-Carvalho	Modelagem computacional da propagação de ondas superficiais no oceano: um subsídio para a compreensão dos fenômenos ópticos	https://doi.org/10.1590/S1806-11172007000400014
RBEF34	2008	Pedro F.T. Dorneles, Ives S. Araujo e Eliane A. Veit	Simulação e modelagem computacionais no auxílio á aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II- circuitos RLC	https://doi.org/10.1590/S1806-11172008005000008
RBEF35	2008	Antônio Flavio Licarião Nogueira	O uso da simulação numérica de campos eletromagnéticos como ferramenta de ensino.	https://www.scielo.br//rbe/a/Spbt6JzM5xs3ZmwF6DjvyQg/?lang=pt
RBEF36	2011	Ronaldo Celso Viscovini, Nilson Benedito	Desenvolvimento de software de análise gráfica para planos de radioproteção	https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100019

		Lopes e Daniel Pereira		
RBEF37	2011	Josiel R. Silva, José S.E. Germano e Roni S. Mariano	SimQuest - ferramenta de modelagem computacional para o ensino de física	https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100022
RBEF38	2011	Anderson R. de Souza, Alexsander C. Paixão, Diego D. Uzêda, Marco A. Dias, Sergio Duarte e Helio S. de Amorim	A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC	https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100026
RBEF39	2012	Janduí Farias Mendes, Ivan F. Costa e Célia M.S.G. de Sousa	O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica	https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000200011
RBEF40	2012	Paulo Alexandre Costa Rocha e João Victor Pinto da Silveira	Estudo e aplicação de simulação computacional em problemas simples de mecânica dos fluidos e transferência de calor	https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000400006
RBEF41	2012	Luiz A. Ribeiro Junior, Marcelo F. Cunha e Cássio C. Laranjeiras	Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula	https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000400023
RBEF42	2013	C. Sirisathitkul, P. Glawtanong, T. Eadkong, Y. Sirisathitkul	Análise digital de vídeos de objetos em queda no ar em líquidos usando Tracker	https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000100020
RBEF43	2014	R.R. Cuzinato, E.M. de Moraes	Software MUFCosm como ferramenta de estudo dos modelos da cosmologia padrão	https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000100012
RBEF44	2015	Maria Aparecida da Conceição dos Santos, Marinez Meneghello Passos, Sergio de Mello Arruda, Ronaldo Celso Viscovini	Geração de imagens animadas GIF com o Mathematica: Simulações didáticas de ondas eletromagnéticas e polarização da luz	https://doi.org/10.1590/S1806-11173812057
RBEF45	2015	Waldemar Bonventi Jr. Norberto Aranha	Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do "Tracker"	https://doi.org/10.1590/S1806-11173721728

RBEF46	2015	W.P. Gurgel, L.M. Gomes, F.C.L. Ferreira, R.M. Gester	Cálculo de velocidades em acidentes de trânsito: Um software para investigação em física forense	https://doi.org/10.1590/S1806-11173741966
RBEF47	2016	Sonia López, Eliane Angela Veit, Ives Solano Araujo	Una revisión de literatura sobre el uso de modelación y simulación computacional para la enseñanza de la física en la educación básica y media	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2015-0031
RBEF48	2016	Bruno Ferreira Rizzuti, Joilson Souza da Silva	O antigo adapta-se ao moderno: verificação do valor da Unidade Astronômica a partir do trânsito de Vênus reproduzido com o software Stellarium	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0007
RBEF49	2016	Adilson Costa da Silva, José Abdalla Helayël Neto	Simulador de Oscilações Mecânicas	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0042
RBEF50	2017	Artur Justiniano, Paulo Alexandre Bressan, Eliza Maria Silva, Leandro Donizete Moraes, Rafael Botelho	Astro3D: um simulador do movimento de corpos celestes	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0125
RBEF51	2017	Claudionor de Oliveira Pastana, Italo Gabriel Neide	A integração do ensino de funções trigonométricas e movimento harmônico simples por meio do software Modellus	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0095
RBEF52	2017	Claus Franz Wehmann, Paulo Alexandre Costa Rocha, Maria Eugênia Vieira da Silva, Felipe Alves Albuquerque Araújo, Daniel Leite Correia	Estudo e aplicação de simulação computacional em problemas simples de mecânica dos fluidos e transferência de calor – Parte II: Problemas clássicos de transmissão de calor.	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0221
RBEF53	2018	Ana Claudia Sabino, Alysson Marcelo de Campos, Donizete Torres de Moraes, João Paulo Kaled, Maria Estela Gozzi, Ronaldo Viscovini	A utilização do software Maxima no ensino por investigação da evolução estelar utilizando simulação gráfica da fusão nuclear	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0118

Título: Uso de computadores no Ensino de Física. Parte I: Potencialidades e uso real.

Publicação: 02 de junho de 1995

Autores: Paulo Ricardo da Silva Rosa

Tema: Neste trabalho analisam as potencialidades do uso do computador no Ensino de Física e as formas em que eles têm sido realmente utilizados, com ênfase nos pressupostos teóricos e vantagens do uso desse recurso em relação a outros meios e materiais institucionais. O resultado dessa pesquisa é que poucos trabalhos analisam as vantagens, sob o ponto de vista educacional, do uso de computadores no Ensino de Física.

Área: Geral

Título: Simulação Gráfica em Computador do Comportamento de uma Cadeia Atômica Linear.

Publicação: 02 de junho de 1998

Autores: Luciano Terra Peixoto e Keydson Quaresma Gomes

Tema: O trabalho explora o uso da computação gráfica para simular um laboratório dedicado ao estudo do comportamento dinâmico da cadeia atômica linear.

Área: Físico-Química

Título: Simulação Gráfica do Comportamento Quântico da Cadeia Monoatômica.

Publicação: 04 de dezembro de 2000

Autores: Luciano Terra Peixoto e Newton Elói Oliveira de Azevedo.

Tema: É explorado o uso da computação gráfica para simular o comportamento quântico de uma cadeia atômica.

Área: Físico-Química

Título: Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa.

Publicação: 04 de dezembro de 2000

Autores: José de Souza Nogueira, Carlos Rinaldi, Josimar M. Ferreira e Sérgio R. de Paulo

Tema: Neste trabalho, é discutida a possibilidade de utilização do computador como instrumento de ensino, dentro de uma perspectiva de aprendizagem significativa. A partir de uma analogia entre algumas teorias de aprendizagem e o desenvolvimento das linguagens de computação, são discutidas as bases de um 'software' com flexibilidades suficientes para respeitar as particularidades entre diferentes usuários/aprendizes. O modo de funcionamento de tal software (denominado de PIAGEF - Programa de Inteligência Artificial do Grupo de Ensino de Física) é discutido neste trabalho, bem como sua arquitetura, potencialidades e limitações.

Área: Geral

Título: Simulação da Densidade Eletrônica para Cristais Unidimensionais e Bidimensionais.

Publicação: 01 de março de 2001

Autores: Plinio Delatorre, Valmir Fadel e Walter Filgueira de Azevedo Junior.

Tema: Este trabalho apresenta os principais conceitos de cristalografia básica e simula a aplicação em cristais hipotéticos usando o programa *Mathematica*.

Área: Físico-Química

Título: Aquisição de Dados Usando Logo e a Porta de Jogos do PC

Publicação: 04 de dezembro de 2001

Autores: C. E. Aguiar e F. Laudares

Tema: Descrevemos um sistema de aquisição de dados baseado na porta de jogos do IBM-PC com plataforma Windows. Os programas de aquisição e análise são totalmente escritos na linguagem logo. O sistema é utilizado para medir o período de um pêndulo como função da amplitude de oscilação.

Área: Mecânica

Título: Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino.

Publicação: 03 de janeiro de 2002

Autores: E. A. Veit e V. D. Teodoro

Tema: O trabalho discute a importância da modelagem no ensino/aprendizagem de Física em conexão com os novos parâmetros curriculares

nacionais para o ensino médio (PCNEM). Apresenta as características essenciais do software Modellus, concebido especialmente para modelagem em Ciências Físicas e Matemática sob uma visão de ensino que enfatiza, no processo de aprendizagem, a exploração e a criação de múltiplas representações de fenômenos físicos e de objetos matemáticos.

Área: Geral

Título: Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos: Uma Atividade para Alunos do Ensino Médio.

Publicação: 02 de janeiro de 2002

Autores: Mônica G. Menezes de Magalhães, Dietrich Schiel, Iria Müller Guerrini, Euclides Marega Jr.

Tema: O artigo descreve o projeto "Análise Quantitativa de Movimentos", desenvolvido por alunos e professores de quatro escolas públicas da região de São Carlos-SP, sob a orientação da equipe do CDCC/USP. A análise de movimentos reais e dos obtidos no laboratório é realizada utilizando-se um software desenvolvido pelo CDCC e na linguagem LOGO.

Área: Mecânica

Título: Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física.

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: Alexandre Medeiros e Cleide Farias de Medeiros.

Tema: Este artigo aborda a importância das animações e das simulações no ensino da Física. Uma apresentação das afirmações de alguns de seus defensores é contrastada com as argumentações de parte relevante dos seus críticos. O propósito do artigo não é defender o abandono da Informática na Educação, mas sim encorajar uma visão mais crítica e equilibrada dela. Desta forma, são discutidos os fundamentos educacionais e epistemológicos que existem subjacentes às linhas de argumentação apresentadas. A importância dos pressupostos e dos limites de validade das teorias é posta em destaque como uma forma de pôr em relevo aquilo que fundamenta as simulações computacionais utilizadas no ensino da Física. O texto conclui apontando a importância de não se concentrar o ensino da Física exclusivamente na veiculação

de informações, mas de ter-se em mente a construção do conhecimento em um contexto mais amplo que englobe os conteúdos e os seus processos de construção.

Área: Geral

Título: Simulação Monte Carlo com Repesagem Aplicada ao Calor Específico de Sólidos.

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: Roberto da Silva e J. R. Drugowich de Felício

Tema: Apresenta-se uma estimativa numérica para a contribuição das vibrações da rede para o calor específico de um sólido cristalino. O método Monte Carlo é utilizado tanto em sua forma original quanto em sua versão mais moderna, que emprega a técnica da repesagem para extrair mais informações de cada simulação. Mostra-se como obter curvas contínuas para grandezas como a energia e o calor específico em função da temperatura a partir de simulação feita em apenas uma temperatura. Os resultados analíticos são incluídos para facilitar a comparação com os resultados da simulação.

Área: Mecânica Clássica

Título: A Utilização da Modelagem Computacional Semiquantitativa no Estudo do Sistema Mola-Massa.

Publicação: 03 de junho de 2002

Autores: Giuseppe Camiletti e Laércio Ferracioliy.

Tema: O artigo apresenta resultados da investigação sobre a integração de ambientes de modelagem computacional ao aprendizado exploratório de Física. Os resultados apresentados são relativos ao estudo da interação e desempenho de alunos de ensino superior durante a utilização do ambiente de modelagem computacional semiquantitativo WLinkIt em uma atividade de conteúdo específico em Física: o sistema mola-massa. Os resultados mostram que os estudantes apresentaram habilidades para desenvolver um modelo sobre a situação proposta e relacionar o comportamento apresentado pelo modelo com o esperado por eles, alterar o modelo e explicar o comportamento apresentado pelas variáveis. Os resultados mostram também que as dificuldades apresentadas foram relacionadas à delimitação do sistema a ser estudado, ao entendimento da influência de uma variável sobre a outra, ao entendimento de quem é o agente causal do sistema, ao

entendimento da função de uma ligação entre duas variáveis e ao entendimento dos conceitos envolvidos. Assim, o mapeamento desses aspectos é fundamental para o delineamento de pesquisas futuras no sentido de promover, na prática, a integração de Ambientes de Modelagem Computacional Semiquantitativos na sala de aula, mais especialmente para o estudo de tópicos de Física.

Área: Mecânica

Título: Soluções Eletrônicas para Cálculos de Velocidades em Acidentes de Trânsito.

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: O. Negrini Neto

Tema: No artigo, apresenta-se um método desenvolvido pelos autores e que vem sendo ensinado nos cursos de formação específica no cargo de Perito Criminal e utilizado com sucesso nos casos reais para a avaliação das velocidades de veículos colidentes. Introduzimos um tratamento eletrônico pelo uso de planilhas de cálculos que possibilitam o estudo de variações de grandezas duvidosas e de um software que permite uma rápida análise do acidente, reconstituindo-o esquematicamente e possibilitando, simultaneamente, a avaliação das velocidades, através da aplicação direta da conservação da quantidade de movimento.

Área: Mecânica

Título: Análise e Simulação de Ondas Sonoras Assistidas por Computador

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: Lucas Bleicher, Moésio Medeiros da Silva, Júlio Wilson Ribeiro e Márcio Gurjão Mesquita

Tema: Como ferramenta auxiliar no ensino de Física, é apresentada a utilização do software de computação simbólica Mathematica, através dos seus recursos de programação analítica e multimídia. É possível verificar as relações de frequências numa escala musical e o efeito do batimento, através de análise matemática e reprodução sonora via computador. Para fins ilustrativos e pedagógicos, são simulados no computador efeitos sonoros comumente utilizados por músicos, como Tremolo, Phaser e AutoWah. Estes são modelados matematicamente de forma simplificada, tomando-se como base uma onda sonora padrão, cujos parâmetros

associados foram obtidos experimentalmente. Ressalta-se a possibilidade do aprendizado autônomo.

Área: Mecânica

Título: Estratégias para Utilizar o Programa Prometeus na Alteração das Concepções em Mecânica.

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: Shirley Takeco Gobara, Paulo Ricardo da Silva Rosa, Umbelina Giacometti Piubéli e Aline Kassab Bonfim.

Tema: O artigo descreve experimentos em que foram utilizadas simulações como ferramentas para alterar as concepções espontâneas apresentadas por estudantes em Mecânica (Leis de Newton), de modo a explorar as possibilidades apontadas pela estratégia de conflito cognitivo (Posner et al., 1982). A abordagem ao problema baseou-se no uso de um programa de simulação chamado Prometeus, onde foram realizados três experimentos para verificar a eficácia do programa e propor a melhor estratégia de ensino a ser adotada ao utilizá-lo.

Área: Mecânica

Título: Determinação dos Coeficientes de Atrito Estático e Cinemático Utilizando-se a Aquisição Automática de Dados.

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: Véra Lúcia da Fonseca Mossmann, Kelen Berra de Mello Francisco Catelli, Helena Libardi e Iginio Santo Damo.

Tema: Este trabalho descreve a informatização de um experimento tradicional envolvendo a medida de coeficientes de atrito. A montagem experimental aqui sugerida é destinada ao ensino de física a nível médio. Nela, as forças de atrito cinético e estático, para um par de superfícies, são obtidas em tempo real quando um corpo é levado do repouso ao movimento. A relação entre a força de atrito e a força normal também é apresentada. Os dados são adquiridos por um sensor de força e um sensor de posição acoplados a uma interface conectada a um computador. Os gráficos da força de atrito em função do tempo são obtidos em tempo real.

Área: Mecânica

Título: O Estudo de Colisões através do som.

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: Marisa Almeida Cavalcante, Elias da Silva, Reginaldo do Prado

Tema: O experimento proposto neste artigo permite ao professor de Física estabelecer uma metodologia computacional para o estudo de movimentos e, particularmente, do coeficiente de restituição em colisões através do espectro sonoro emitido por impactos sucessivos de uma esfera em uma superfície plana. O método de medida sugerido, além de requerer um equipamento de fácil acesso, propicia adequada precisão, como revelam os dados obtidos, já que a aquisição é realizada através de placas de som de microcomputadores pessoais, com tempos de resolução, hoje, da ordem de 23 μ s para taxas de amostragem de até 44 Khz. Utilizamos um software de análise do espectro sonoro que apresenta o sinal na forma de gráfico de frequência versus tempo, livremente disponível na Internet e com uma ampla disponibilidade de recursos.

Área: Mecânica

Título: Ilustrando a Segunda Lei de Newton no Século XXI

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: E. A. Veit, P. M. Mors e V. D. Teodoro.

Tema: Apresenta-se uma forma de ensinar a segunda Lei de Newton usando-se a modelagem computacional, de modo que, além das tradicionais situações lineares, problemas mais reais e atuais possam ser tratados. Ilustra-se com o aplicativo Modellus, que permite ao usuário (aluno ou professor) explorar modelos matemáticos baseados em equações diferenciais ou em funções. Para as situações físicas discutidas, são fornecidas as equações, parâmetros e condições iniciais necessárias, de modo que o leitor que opte por outro aplicativo tenha plenas condições de desenvolver as atividades propostas.

Área: Mecânica

Título: Sistema de Realidade Virtual para Simulação e Visualização de Cargas Pontuais Discretas e seu Campo Elétrico.

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: Antônio Vanderlei dos Santos, Selan Rodrigues dos Santos e Luciane Machado Fraga.

Tema: Este trabalho apresenta um sistema de treinamento educacional, que é uma tentativa de responder à demanda por softwares educacionais que ofereçam suporte para o processo de aprendizagem. A aplicação tem sido desenvolvida com a combinação de tecnologias como a Realidade Virtual e a Visualização Científica para desmistificar os conceitos de manipulação e investigação interativa sobre a carga elétrica e seu campo elétrico. Os aspectos arquiteturais de tal sistema são discutidos juntamente com a descrição de um protótipo experimental chamado Electras.

Área: Eletromagnetismo

Título: Propriedades Mecânicas e Geométricas de Objetos Homogêneos Delgados e Poligonais.

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: Hendrik T. Macedo e Cláudio A. Macedo.

Tema: O trabalho analisa o desenvolvimento e a utilização de um software computacional para o cálculo de áreas, centros de massa, momentos de inércia e raios de giração de objetos delgados planos. A interação direta do estudante com um processamento visual das grandezas físicas e geométricas é valorizada como instrumento educacional para alunos.

Área: Mecânica

Título: Visualizando os Modos Normais de Vibração com o Computador

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: S. S. B. Jácome, F. F. de Medeiros, G. Corso, e L. S. Lucena

Tema: Neste trabalho desenvolvemos um programa educativo versando sobre modos normais em uma cadeia de osciladores acoplados. O usuário do programa pode simular a evolução dinâmica de uma cadeia de osciladores escolhendo condições iniciais tanto em coordenadas cartesianas como em coordenadas normais. Focalizamos o efeito do desacoplamento do sistema de equações diferenciais (passagem de coordenadas cartesianas para coordenadas normais) sobre as trajetórias dos osciladores do ponto de vista da dinâmica qualitativa. Através das características da evolução dinâmica, quase-periodicidade ou periodicidade, o estudante ganha intuição sobre o significado das formas normais.

Área: Mecânica

Título: Apresentação do Software Educacional “Vest21 Mecânica”

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: Wilton P. Silva, Cleide M. D. P. S. e Silva, Cleiton D. P. S. e Silva, Ivomar Brito Soares e Diogo D. P. S. e Silva

Tema: Este artigo apresenta o software educacional Vest21 Mecânica, destinado ao ensino médio. Todo o conteúdo da Mecânica foi dividido em 19 lições, (teoria e testes animados), apropriadas para apresentação em data show. Além das lições o software disponibiliza várias ferramentas para a solução de problemas, contém várias provas e ainda um programa específico para traçar gráficos. O software foi utilizado em dois cursos de Mecânica oferecidos dentro do Pró-Ciências PB 2001, e a avaliação feita pelos professores em aperfeiçoamento foi bastante positiva.

Área: Mecânica

Título: Laboratório Virtual de Física Nuclear

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: N. L. Dias, A. G. Pinheiro e G. C. Barroso

Tema: Neste Trabalho é apresentado um programa desenvolvido para simular um conjunto de equipamentos (detector e contador de radiação, fontes radioativas e placas absorvedoras) usados em um laboratório básico de Física Nuclear.

Área: Física Nuclear

Título: Modelos Cosmológicos e a Aceleração do Universo

Publicação: 02 de junho de 2002

Autores: Helio V. Fagundes

Tema: Alguns modelos cosmológicos são apresentados informalmente, especialmente os de Friedmann e Einstein-de Sitter, utilizados no contexto do chamado ‘Big Bang’, e os de Friedmann-Lemaître que completam os primeiros por incluir a aceleração da expansão do universo, descoberta alguns anos atrás.

Área: Astronomia

Título: Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas.

Publicação: 03 de setembro de 2003

Autores: Carlos Fiolhais e Jorge Trindade

Resumo: São conhecidas as dificuldades que muitos alunos apresentam na compreensão dos fenômenos físicos. Entre as razões do insucesso na aprendizagem em Física são apontados métodos de ensino desajustados das teorias de aprendizagem mais recentes assim como falta de meios pedagógicos modernos. A necessidade de diversificar métodos para combater o insucesso escolar, que é particularmente nítido nas ciências exatas, conduziu ao uso crescente e diversificado do computador no ensino da Física. O computador oferece atualmente várias possibilidades para ajudar a resolver os problemas de insucesso das ciências em geral e da Física em particular. Neste trabalho, apresenta-se uma breve resenha histórica da sua ascensão no ensino. Procuramos relacionar a aplicação do computador com avanços nas teorias de aprendizagem. Analisamos os principais modos de utilização do computador no ensino, desde as simulações até a realidade virtual, passando pela aquisição de dados em laboratório e pela Internet. Apesar do balanço da utilização dos computadores no ensino se revelar inegavelmente positivo, subsistem numerosos problemas por resolver. Com efeito, não obstante as suas reconhecidas potencialidades, o computador não se tornou a chave mágica do sucesso educativo. Discutimos algumas dessas dificuldades. O potencial pedagógico dos computadores só poderá ser plenamente realizado se estiverem disponíveis programas educativos de qualidade e se existir uma boa articulação deles com os currículos e a prática.

Área: Geral

Título: Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de Cinemática.

Publicação: 08 de abril de 2004

Autores: Ives S. Araujo, Elaine A. Veit e Marco A. Moreira

Resumo: O artigo analisa as principais dificuldades dos estudantes na interpretação de gráficos de Cinemática e apresenta dois subprodutos diretos de um trabalho de pesquisa voltado para a superação destas dificuldades. Estes subprodutos estão relacionados a um conjunto de atividades de modelagem computacional complementares às atividades tradicionais de ensino da Cinemática e a adaptação e validação de um teste sobre o entendimento de gráficos da cinemática.

Área: Mecânica

Título: Easy Java simulations- Modelagem computacional para o ensino de Física.

Publicação: 31 de agosto de 2005

Autor: Jalves S. Figueira

Tema: É apresentada a ferramenta de software Easy Java Simulations-Ejs. Além de citar suas principais características e potencialidades na produção de simulações dirigidas ao ensino de Física, desenvolvem duas aplicações de modelagem em atividades de ensino: um sistema massa-mola e a solução numérica da Equação Schroedinger independente do tempo.

Área: Mecânica

Título: A computação numérica como ferramenta para o professor de Física do Ensino Médio.

Publicação: 04 de abril de 2006

Autores: Augusto César de Castro Barbosa, Cláudio Gonçalves Carvalhaes e Marcus Vinicius Tovar Costa.

Tema: A proposta deste trabalho é apresentar ao professor de Física do ensino médio uma forma de empregar recursos computacionais para esclarecer e aprofundar conceitos de Física que são explorados de forma limitada por não se poder recorrer ao Cálculo Diferencial e Integral. O pêndulo simples é usado como protótipo para o tratamento sugerido. Mostramos que apenas com o auxílio de uma planilha eletrônica – sem a necessidade, portanto, de conhecimentos avançados de computação – é possível criar um ambiente para o aluno testar o processo de convergência numérica e obter informações do comportamento do sistema a partir de análises gráficas.

Área: Mecânica

Título: Experimentos para o ensino de eletrostática com auxílio computadorizado.

Publicação: 13 de abril de 2006

Autores: Antônio Flavio Licarião Nogueira

Tema: O artigo descreve um experimento para o ensino de eletrostática utilizando programas para cálculo de campos baseados na técnica dos elementos

finitos. Avalia as dificuldades de acesso aos programas de simulação de campos. Inclui uma série de recomendações relativas à escolha e preparação dos experimentos que compõem um laboratório para simulação de campos. Utiliza diferentes configurações de um capacitor de placas planas e paralelas para inspecionar fenômenos localizados e calcular grandezas globais. Um estudo comparativo de métodos analíticos e numéricos para cálculo de capacitância e força eletrostática é apresentado.

Área: Eletromagnetismo

Título: A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de Física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo.

Publicação: 28 de abril de 2006

Autores: Thiéberson Gomes e Laércio Ferracioli

Tema: A integração de tecnologias de informação e comunicação no contexto educacional tem sido tema de diversos congressos e simpósios ao redor do mundo e no Brasil. Neste sentido, vários estudos têm sido realizados com o objetivo de se obter metodologias que tornem efetivo o emprego das novas tecnologias no ensino. Este artigo mostra um estudo que investigou a interação entre estudantes universitários da área de ciências exatas e um ambiente de modelagem computacional qualitativo em atividades de modelagem expressiva. Os resultados obtidos mostram que os estudantes foram capazes de criar e modificar o modelo do sistema proposto a partir de suas próprias concepções.

Área: Geral

Título: Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte 1- circuitos elétricos simples.

Publicação: 25 de setembro de 2006

Autores: Pedro F.T. Dorneles, Ives S. Araujo e Eliane A. Veit

Tema: Neste artigo se analisam diferentes concepções e raciocínios dos alunos sobre conceitos básicos envolvidos em circuitos elétricos simples, que se tornam obstáculos para a aprendizagem, e apresenta-se um produto de um trabalho de pesquisa, que consiste em um conjunto de atividades de simulação e modelagem computacionais, desenvolvidas com o software Modellus, levando em conta tais dificuldades, com o objetivo de auxiliar o aluno a superá-las.

Área: Eletromagnetismo

Título: Photogate de baixo custo com a porta de jogos de PC

Publicação: 17 de novembro de 2006

Autores: Guilherme Dionisio e Wictor C. Magno

Tema: Neste trabalho se apresenta um dispositivo de baixo custo para medidas de intervalos de tempo, velocidades e acelerações, bastante útil no problema de queda livre e em outros experimentos de mecânica. Construiu-se uma photogate usando a porta de jogos do PC para fazer aquisição de dados e para obter a aceleração da gravidade. Obtemos boa concordância dos dados experimentais com um modelo teórico de um corpo em queda livre. Nosso trabalho ressalta uma forma de medir com precisão curtos intervalos de tempo, e abre novas possibilidades de aplicação ao ensino de física.

Área: Mecânica

Título: Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica.

Publicação: 12 de fevereiro de 2007

Autores: Valmir Heckler, Maria de Fátima Oliveira Saraiva e Kepler de Souza Oliveira Filho.

Tema: O artigo relata o desenvolvimento e a aplicação de um CD-ROM de óptica para o ensino médio, cobrindo todos os conteúdos usualmente vistos nessa disciplina. O material contém, além de textos didáticos escritos em linguagem html, 77 animações e 64 imagens geradas por nós, assim como 13 simuladores (Java Applets) disponíveis na internet. Comentamos sobre a aplicação e boa recepção do material por 40 alunos de duas turmas de terceira série do ensino médio.

Área: Óptica

Título: Modelagem computacional da propagação de ondas superficiais no oceano: um subsídio para a compreensão dos fenômenos ópticos.

Publicação: 20 de setembro de 2007

Autores: Saulo Meirelles e Nelson Violante-Carvalho

Tema: Este artigo discute como as transformações sofridas pelas ondas aquáticas ao se aproximarem de águas rasas podem auxiliar o entendimento dos

principais fenômenos estudados na óptica. A partir de alguns conceitos comuns a todos os fenômenos ondulatórios, é possível conhecer o comportamento das ondas na superfície de corpos d'água conforme elas se encaminham para menores profundidades, como as ondas que se aproximam de uma praia. Tornou-se possível, dessa forma, traçar um paralelo entre as ondas luminosas e as ondas aquáticas. A modelagem computacional mostrou-se uma importante ferramenta para a construção de casos idealizados, facilitando a visualização dos resultados.

Área: Óptica

Título: Simulação e modelagem computacionais no auxílio á aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II- circuitos RLC.

Publicação: 18 de setembro de 2008

Autores: Pedro F.T. Dorneles, Ives S. Araujo e Eliane A. Veit

Tema: Neste artigo é analisado o comportamento da energia eletromagnética em circuitos do tipo RLC. Discutem-se as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem de conceitos básicos envolvidos neste tipo de circuito e apresentamos dois produtos oriundos de um trabalho de pesquisa: i) um conjunto de atividades de simulação e modelagem computacionais, propostas com o software Modellus, levando em conta tais dificuldades, com o objetivo de auxiliar o aluno a superá-las e ii) um teste sobre a compreensão de conceitos físicos envolvidos em circuitos RLC.

Área: Eletromagnetismo

Título: O uso da simulação numérica de campos eletromagnéticos como ferramenta de ensino.

Publicação: 27 de fevereiro de 2008

Autores: Antônio Flavio Licarião Nogueira

Tema: O acesso mais fácil aos programas computacionais gratuitos para o cálculo numérico de campos eletromagnéticos tornou possível o uso desses programas como ferramenta de ensino. Também, os avanços recentes da tecnologia de simulação têm contribuído para tornar esses programas mais fáceis de serem utilizados. Um problema de conversão de energia foi escolhido para ilustrar o uso do simulador de campos FEMM na investigação do comportamento de um sistema físico. O estudo examina os efeitos do movimento de um bastão dielétrico solido por entre os eletrodos de um capacitor de placas planas e paralelas. Uma sequência de

problemas estáticos permite avaliar como a variação da área de contato entre o bastão dielétrico e as placas condutoras afeta os vários parâmetros do sistema. Os valores calculados numericamente para a densidade de fluxo elétrico e força do campo eletrostático são comparados com valores previstos analiticamente.

Área: Eletromagnetismo

Título: Desenvolvimento de software de análise gráfica para planos de radioproteção.

Publicação: 28 de março de 2011

Autores: Ronaldo Celso Viscovini, Nilson Benedito Lopes e Daniel Pereira.

Tema: Neste trabalho desenvolvemos um software que calcula os valores das doses externas numa instalação radioativa, e os apresenta graficamente em curvas de nível de doses (isodoses), utilizando o método geométrico. Ele foi criado para auxiliar as aulas sobre radioproteção, mas pode ser utilizado para análise de planos de radioproteção. O software foi escrito para a versão 6.0 do aplicativo Mathematica® da Wolfram Research para o cálculo algébrico e numérico, mas pode ser facilmente traduzido para Maple®, Matlab® ou mesmo Delphi®. Para demonstrar sua aplicação, este software é utilizado para elaborar o plano de radioproteção de um laboratório que utiliza um laser de gás isotópico ($^{14}\text{CO}_2$).

Área: Física nuclear

Título: SimQuest - ferramenta de modelagem computacional para o ensino de física

Publicação: 29 de março de 2011

Autores: Josiel R. Silva, José S.E. Germano e Roni S. Mariano

Tema: O objetivo deste trabalho, é apresentar a ferramenta de modelagem computacional denominada SimQuest, e discutir algumas das possibilidades do seu uso como ferramenta auxiliar no ensino de física. Como característica principal, o SimQuest possibilita a construção de objetos de aprendizagem com inúmeros recursos gráficos e uma interação amigável. Outra característica interessante do Simquest, é a alteração em tempo real dos parâmetros que envolvem o problema analisado. Estes elementos básicos de uma simulação, credenciam o uso do SimQuest como uma importante ferramenta do ensino de física. Para ilustrar o

potencial do SimQuest, apresentamos os objetos de aprendizagem de dois problemas complexos no ensino de física, o pêndulo duplo e o atrator de Lorenz.

Área: Física Moderna

Título: A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC

Publicação: 31 de março de 2011

Autores: Anderson R. de Souza, Alexsander C. Paixão, Diego D. Uzêda, Marco A. Dias, Sergio Duarte e Helio S. de Amorim.

Tema: Neste trabalho, apresenta-se a placa Arduino como uma opção de muito baixo custo para a aquisição de dados com um PC. Duas aplicações simples que mostram as potencialidades desta placa são brevemente discutidos.

Área: Geral

Título: O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica

Publicação: 02 de junho de 2012

Autores: Janduí Farias Mendes, Ivan F. Costa e Célia M.S.G. de Sousa

Tema: Este trabalho apresenta os resultados de um estudo sobre a efetividade da integração entre teoria, simulação computacional com o software Modellus e atividades experimentais, em tópicos de mecânica. O estudo foi realizado com quatro grupos de estudantes do Ensino Médio. Um deles constituiu o grupo controle e os demais realizaram ou atividades experimentais, ou modelagem computacional ou ambas. Um teste foi aplicado antes e depois da intervenção, além de questionários de opinião. Os resultados indicam que para alguns tipos de problema de mecânica, as atividades experimentais são mais eficientes em promover um melhor desempenho dos alunos. Em outros tipos de problemas a simulação computacional mostrou-se mais eficiente. Porém, de maneira geral, a combinação de atividades experimentais e simulação computacional mostraram-se mais efetivas em promover a aprendizagem. Os resultados indicam que as atividades com experimentos, quando simultaneamente simulados no computador com o software Modellus, podem se completar proporcionando, na maioria dos casos, uma evolução conceitual e o aumento na curiosidade e motivação dos estudantes.

Área: Mecânica

Título: Estudo e aplicação de simulação computacional em problemas simples de mecânica dos fluidos e transferência de calor

Publicação: 07 de dezembro de 2012

Autores: Paulo Alexandre Costa Rocha e João Victor Pinto da Silveira

Tema: O presente trabalho tem o intuito de apresentar o desempenho da simulação computacional em alguns casos que podem ser considerados clássicos no estudo de mecânica dos fluidos e transferência de calor. Para isso, foi utilizado o software comercial Ansys-CFX 12.1, que utiliza como base o método dos volumes finitos. O desempenho da ferramenta foi avaliado através de comparação com resultados experimentais e dados da literatura. Uma vez que se torna evidente o crescente desenvolvimento dos computadores e a facilitação do acesso aos mesmos e às ferramentas sofisticadas em sala de aula, o conhecimento das limitações destas se torna importante. São apresentados quatro casos que abordam diferentes situações físicas: o estudo do escoamento de ar sobre um perfil aerodinâmico, a simulação de um misturador estático, o funcionamento de um viscosímetro rotacional e o escoamento sobre uma placa plana normal ao fluxo de ar

Área: Mecânica

Título: Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula.

Publicação: 14 de dezembro de 2012

Autores: Luiz A. Ribeiro Junior, Marcelo F. Cunha e Cássio C. Laranjeiras

Tema: Neste trabalho propomos a utilização de simulações computacionais de experimentos históricos no ensino de física como estratégia de resgate e articulação das dimensões histórica e empírica da física na sala de aula. Como exemplo, apresentamos uma classe de simulação computacional didática, caracterizada aqui como Simulação Didática Interativa (SDI), utilizando o software Modellus para apresentar a experiência do plano inclinado proposta por Galileu Galilei (1564-1642) em sua obra Discursos e Demonstrações Matemáticas em Torno de Duas Novas Ciências (1638), onde a lei da queda dos corpos é investigada.

Área: Mecânica

Título: Análise digital de vídeos de objetos em queda no ar em líquidos usando Tracker.

Publicação: 18 de fevereiro de 2013

Autores: C. Sirisathitkul, P. Glawtanong, T. Eadkong, Y. Sirisathitkul

Tema: Movimentos de queda de objetos em meios líquidos foram registrados por uma câmera digital convencional e analisados por um software aberto chamado Tracker. A posição dos objetos em movimento a cada 33 ms foi registrada a partir de uma série de imagens, e a velocidade média foi calculada a partir da mudança de posição durante cada intervalo. Na experiência de queda no ar, verificou-se que o deslocamento era proporcional ao quadrado do tempo, confirmando-se a teoria pelo valor da aceleração da gravidade, obtido com nível aceitável de precisão. Além disso, foram investigados os efeitos da altura de queda, da distância da câmara, bem como a cor da bola e o meio ambiente. No caso de queda em glicerol, a velocidade média de uma bolinha de metal foi aumentou inicialmente com o tempo de queda até atingir o valor constante da velocidade terminal.

Área: Mecânica

Título: Software MUFCosm como ferramenta de estudo dos modelos da cosmologia padrão.

Publicação: 06 de fevereiro de 2014

Autores: R.R. Cuzinatto, E.M. de Morais

Tema: Apresentamos o software MUFCosm, construído em Python, destinado ao estudo das diferentes etapas de evolução do universo através do modelo unificado para o fluido cosmológico. Este modelo simplifica a descrição das grandes eras evolutivas do cosmos, mas demanda a utilização de métodos numéricos de grande precisão. O software é uma ferramenta para efetuar interativamente os processamentos numéricos e avaliar as propriedades cosmológicas do modelo unificado para o fluido cosmológico. O mesmo software pode ser usado para estudar o comportamento do fator de escala do universo para cada um dos modelos clássicos de Friedmann, em que temos apenas uma componente de fluido dominante (matéria, radiação, inflaton ou constante cosmológica), o que dá um caráter pedagógico para esse trabalho.

Área: Astronomia

Título: Geração de imagens animadas GIF com o Mathematica: Simulações didáticas de ondas eletromagnéticas e polarização da luz.

Publicação: 23 de agosto de 2015

Autores: Maria Aparecida da Conceição dos Santos, Marinez Meneghello Passos, Sergio de Mello Arruda, Ronaldo Celso Viscovini

Tema: Neste artigo é apresentado o uso do Mathematica para a produção de imagens animadas para simular ondas eletromagnéticas propagando, atravessando polarizadores e meios opticamente ativos. As imagens são no formato GIF (Graphics Interchange Format), que se notabiliza pela facilidade de inclusão em softwares de apresentação, como o PowerPoint, ou em navegadores de internet, como Explorer ou Chrome. E apresentada, também, uma aplicação pedagógica, utilizando as animações, filtros polarizadores, solução opticamente ativa de sacarose e um monitor de cristal líquido (LCD), que teve seu polarizador de saída retirado.

Área: Eletromagnetismo

Título: Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do “Tracker”

Publicação: 30 de junho de 2015

Autores: Waldemar Bonventi Jr., Norberto Aranha

Tema: Neste trabalho são apresentados os resultados e análise das medidas do momento de inércia de uma ripa. O experimento foi filmado com um smartphone e os dados analisados pelo software livre “Tracker”. A função que descreve a oscilação amortecida teve seus parâmetros ajustados pelo próprio “Tracker” e pelo software Qtiplot. Comparando-se os cálculos realizados a partir dos parâmetros medidos com os resultados obtidos dos programas, conclui-se que o “Tracker” é uma plataforma de estudo de movimentos com muitos recursos que permite um ajuste de funções mais preciso na análise dos dados.

Área: Mecânica

Título: Cálculo de velocidades em acidentes de trânsito: Um software para investigação em física forense

Publicação: 12 de dezembro de 2015

Autores: W.P. Gurgel, L.M. Gomes, F.C.L. Ferreira, R.M. Gester

Tema: Neste trabalho apresenta-se e valida-se o software Speed Calculations for Traffic Accidents (SCTA). Este aplicativo é voltado para a perícia forense e segue um protocolo que possibilita ao perito criminal, mesmo aquele sem formação em física, estimar as velocidades de veículos envolvidos em colisões e atropelamentos no trânsito. SCTA utiliza conceitos básicos de mecânica clássica, considera diferentes coeficientes de atrito e leva em conta as avarias e as características dos veículos envolvidos. Isso permite determinar as velocidades nas mais distintas situações de acidente. O software segue uma filosofia open source, possibilitando implementar novas situações de acidentes. Finalmente, como dados de entrada, SCTA depende apenas de poucas medidas realizadas no momento do levantamento pericial. Isso evita observações desnecessárias, otimiza e assegura confiabilidade da perícia forense.

Área: Mecânica

Título: Una revisión de literatura sobre el uso de modelación y simulación computacional para la enseñanza de la física en la educación básica y media

Publicação: 2 de fevereiro de 2016

Autores: Sonia López, Eliane Angela Veit, Ives Solano Araujo

Tema: Este artículo presenta una revisión de la literatura que aborda los principales referentes epistemológicos, psico-pedagógicos y didácticos en las investigaciones sobre actividades de Modelación y Simulación Computacional (MSC) en la enseñanza de la física (en los niveles de educación básica y media). La búsqueda principal se llevó a cabo en las siguientes bases de datos: Science Direct, Scopus, Web of Science y Google Scholar considerando artículos publicados entre 2003-2013 y en busca de las siguientes palabras clave: “computational modeling”; “computational simulation”; physics teaching”; “research in physics teaching” (también las correspondientes palabras clave en español y portugués fueron usadas en la búsqueda). Después de la lectura de los artículos seleccionados, consideramos sólo las implementaciones de MSC que tenían como propósito contribuir al aprendizaje de conceptos físicos. Los resultados muestran que: i) las investigaciones se basan en las ideas epistemológicas contemporáneas, excepto un artículo con concepciones positivistas; ii) hay varias teorías cognitivistas siendo utilizadas (Piaget, Ausubel, Vergnaud,...), pero Vygostky es el más prominente; iii) estrategias que promueven las interacciones sociales son preponderantes en las actividades de resolución de

problemas, simulaciones integradas con experimentos y modelación. De hecho, sólo dos (2) estudios entre los 21 encontrados sobre MSC en educación básica y media hacen uso de Modulación Computacional, lo que demuestra que es necesario un poco de esfuerzo para introducir e investigar este tipo de actividad en la enseñanza de la física. Sin embargo, identificamos una tendencia a aplicar un fundamento principalmente pedagógico y didáctico para la implementación de actividades de MSC en el aula de clase.

Área: Geral

Título: O antigo adapta-se ao moderno: verificação do valor da Unidade Astronômica a partir do trânsito de Vênus reproduzido com o software Stellarium

Publicação: 19 de março de 2016

Autores: Bruno Ferreira Rizzuti, Joilson Souza da Silva

Tema: A distância Terra-Sol, conhecida como Unidade Astronômica (UA), tem papel fundamental para a Astronomia: ela fornece uma escala de distâncias dentro do nosso sistema solar e serve como base para a medida de distâncias entre o Sol e estrelas próximas. Neste trabalho, apresentamos uma das maneiras para se obter a UA a partir dos trânsitos de Vênus pelo disco solar. Esta é uma adaptação do método de Halley e foi aplicado a partir das imagens obtidas pelo software livre de Astronomia Stellarium. Encontramos o valor $(1,4 \pm 0,3) \cdot 10^8 \text{ km}$, em concordância de 93,6% com o valor aceito pela literatura. A revisão do método de obtenção da Unidade Astronômica a partir do trânsito de planetas fundamenta-se por razões tanto pedagógicas quanto científicas: este trabalho pode ser facilmente reproduzido em salas de aula tanto do ensino médio quanto superior em cursos de introdução à Astronomia. Além disso, o trânsito de Vênus de 2012 foi utilizado para a determinação do raio do Sol com incerteza de apenas 15km, justificando assim o seu estudo. Por fim, este trabalho fornece um teste de auto consistência do Stellarium, uma vez que determinamos por meios geométricos o valor da UA utilizado pelo programa.

Área: Astronomia

Título: Simulador de Oscilações Mecânicas

Publicação: 28 de março de 2016

Autores: Adilson Costa da Silva, José Abdalla Helayël Neto

Tema: Desenvolvimento de um software com o objetivo de proporcionar uma visão do fenômeno físico, sem a necessidade de conhecer a equação que descreve o movimento. Desta forma, este simulador visa ilustrar o comportamento das variáveis de interesse, tais como, posição, velocidade, aceleração e energia evoluindo no tempo. Neste artigo, apresentamos soluções analíticas para cada caso de interesse, bem como, soluções numéricas usando o método de diferenças finitas. Um oscilador harmônico representa um sistema em movimento a ser repetido ao longo do tempo, isto é, move-se de uma posição inicial até outra posição, em torno de uma posição de equilíbrio. Desta forma, apresentaremos uma visão geral do problema a ser resolvido e os casos mais simples serão obtidos por simplificações deste problema. Como um dos objetivos deste artigo é incentivar os leitores a utilizarem métodos numéricos de soluções aplicados a física, logo, abordamos de forma bastante simples a solução numérica do oscilador mecânico. Avaliamos também o comportamento da energia e verificamos sob quais condições ela é conservada. Para validar o método numérico implementado neste artigo, comparamos os resultados obtidos pela solução numérica com os resultados obtidos pela solução analítica usada neste artigo.

Área: Mecânica

Título: Astro3D: um simulador do movimento de corpos celestes

Publicação: 13 de maio de 2017

Autores: Artur Justiniano, Paulo Alexandre Bressan, Eliza Maria Silva, Leandro Donizete Moraes, Rafael Botelho

Tema: Nesse trabalho apresentam-se o software Astro3D. Trata-se de um simulador do movimento dos corpos celestes em dois referenciais, o topocêntrico e o heliocêntrico. Com o Astro3D é possível observar de forma simultânea o movimento real e o movimento aparente do Sol, da Lua e dos planetas do sistema solar. Trata-se de um recurso computacional, desenvolvido para o ensino de física e de astronomia, que contribui na visualização de movimentos com escala de tempo muito longa, na compreensão de conceitos abstratos e na construção de modelos mentais que dificilmente podem ser compreendidos sem esse tipo de ferramenta tecnológica.

Área: Astronomia

Título: A integração do ensino de funções trigonométricas e movimento harmônico simples por meio do software Modellus

Publicação: 07 de julho de 2017

Autores: Claudionor de Oliveira Pastana, Italo Gabriel Neide

Tema: Este trabalho aborda o ensino de funções trigonométricas associado ao Movimento Harmônico simples por meio do software Modellus. O trabalho é parte de uma pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, do Centro Universitário UNIVATES. O estudo foi realizado em uma escola pública da rede estadual do município de Macapá, Amapá, tendo, como participantes, trinta e seis estudantes do 3º ano do Ensino Médio. O objetivo desta pesquisa é investigar as implicações de utilizar o Software Modellus, para ensinar os conceitos de Funções Trigonométricas por meio do Movimento Harmônico Simples, em uma turma do 3º ano do Ensino Médio da Educação Básica na cidade de Macapá – AP. A pesquisa desenvolvida é de natureza qualitativa abordando um estudo de caso. Para análise e coleta dos dados, foram feitas observações, aplicação de um questionário prévio e desenvolvimento de atividades pedagógicas com o uso do software Modellus. Os resultados da pesquisa indicaram que as atividades pedagógicas desenvolvida com os alunos mostrou ser potencialmente relevante, pois apresentou indícios de novos conceitos de funções trigonométricas integrados ao movimento harmônico simples, auxiliou no enriquecimento, modificação e elaboração.

Área: Mecânica

Título: Estudo e aplicação de simulação computacional em problemas simples de mecânica dos fluidos e transferência de calor – Parte II: Problemas clássicos de transmissão de calor.

Publicação: 06 de outubro de 2017

Autores: Claus Franz Wehmann, Paulo Alexandre Costa Rocha, Maria Eugênia Vieira da Silva, Felipe Alves Albuquerque Araújo, Daniel Leite Correia.

Tema: Dando continuidade ao estudo referente à utilização de Dinâmica dos Fluidos Computacional (DFC) no ensino de física e engenharia, o presente trabalho visa analisar e comparar, com fins didáticos, soluções obtidas numericamente com soluções analíticas e empíricas, comumente apresentadas em sala de aula e de interesse de laboratórios de graduação, de problemas clássicos envolvendo dinâmica dos fluidos e transferência de calor. Neste estudo o foco maior foi dado a problemas de transferência de calor. Para o cálculo das soluções numéricas foi utilizado um dos softwares representantes do estado da arte de DFC, o ANSYS CFX 12.1. Os

problemas escolhidos foram: convecção em placa plana em regime laminar, escoamento laminar em torno de um cilindro aquecido, escoamento interno turbulento em dutos circulares aquecidos e trocador de calor de tubos concêntricos. Estes problemas, aqui apresentados, foram escolhidos e resolvidos por alunos de graduação, avaliando a utilidade da DFC como ferramenta de aprendizado de fenômenos físicos.

Área: Mecânica

Título: A utilização do software Maxima no ensino por investigação da evolução estelar utilizando simulação gráfica da fusão nuclear.

Publicação: 12 de novembro de 2018

Autores: Ana Claudia Sabino, Alysson Marcelo de Campos, Donizete Torres de Moraes, João Paulo Kaled, Maria Estela Gozzi, Ronaldo Viscovini

Tema: Tem sido tema comum, nas propostas curriculares, o estudo e experiências de observação do céu e dos principais fenômenos relacionados, a fim de possibilitar a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes. Recentemente, a proposta de BNCC (Base Nacional Curricular Comum) destaca a necessidade do ensino de astrofísica para estudantes do Ensino Médio. Dentro desta proposta se encaixa a discussão de nascimento, vida e morte das estrelas, assunto atualmente pouco contemplado nos encaminhamentos metodológicos das práticas educativas em curso. Pensando em contribuir com a modelização e aproximação do fenômeno a ser visualizado pelos estudantes apresentamos animações e simulações que podem se tornar importantes ferramentas para o ensino desse conteúdo. Produziu-se então uma animação GIF (Graphics Interchange Format), por meio do software livre Maxima, que retrata o fenômeno da fusão nuclear entre prótons, a força coulombiana repulsiva de aproximação e a interação de força forte, a partir de certa distância de aproximação. Por meio da interação dialógica entre o saber científico, a observação dos fenômenos cotidianos, e o uso de imagens animadas GIF, propõe-se situações que promovam a apropriação de novos conhecimentos.

Área: Física Nuclear