

A Newton's cradle with five spheres. One sphere on the left is in motion, having just struck the others. The background is a solid orange color.

# Física:

Produção de conhecimento  
relevante e qualificado 2

Sabrina Passoni Maravieski  
(Organizadora)

A Newton's cradle with five silver spheres hanging from thin wires against a dark grey background. One sphere on the left is in motion, having just struck or about to strike the others.

# Física:

Produção de conhecimento  
relevante e qualificado 2

Sabrina Passoni Maravieski  
(Organizadora)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Física: produção de conhecimento relevante e qualificado 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Sabrina Passoni Maravieski

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F537 Física: produção de conhecimento relevante e qualificado 2 / Organizadora Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0335-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.357222406>

1. Física. I. Maravieski, Sabrina Passoni (Organizadora).  
II. Título.

CDD 530

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

O presente livro “Física: Produção de conhecimento relevante e qualificado 2?” é o segundo volume de uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de trabalhos diversos que compõe seus capítulos. O volume está dividido em duas partes.

A primeira parte, contempla três propostas metodológicas para o ensino de física, nas quais são utilizados *softwares* como ferramenta auxiliadora à prática docente no ensino e aprendizagem de conceitos, teorias e equações da física.

Já a segunda, apresenta também três artigos que levam os docentes à reflexões sobre questões polêmicas como: o meio ambiente atrelados ao avanço tecnológico, o serviço Educacional Brasileiro em conjunto com políticas públicas e órgãos responsáveis, bem como o cenário das mulheres atuantes na área das profissões denominadas “masculinas”.

Ao final da leitura, mesmo que aqui estejam reunidos apenas alguns temas, o leitor poderá concluir que de fato, a educação brasileira, hoje apresenta avanços significativos no que diz respeito a fatores como infraestrutura, formação de professores, material didático, inovações tecnológicas, etc. Mas que, apesar dos investimentos e incentivos, os dados de aprendizagem obtidos através de avaliações o ENEM, por exemplo, entre outras avaliações, apontam resultados que não condizem com os esforços governamentais e os investimentos feitos na área.

Em um segundo momento, o leitor verá que o contexto educacional em que a física se realiza, visando sua aplicação no cotidiano; a relação professor-aluno e as diferenças dos recursos utilizados antigamente e na atualidade. O aprendizado da disciplina de Física tem sido considerada por muitos uma disciplina difícil e desconectada de seu cotidiano o que torna importante considerarmos aspectos culturais, econômicas e sociais para uma melhor compreensão da Física. Portanto, essa percepção do saber físico faz-se necessária para que se promova uma consciência ética e social.

Deste modo, esta obra visa contribuir para o docente de Física e demais áreas tecnológicas, pois sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Sabrina Passoni Maravieski

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

EXPERIMENTOS COM OSCILAÇÕES HARMÔNICAS AMORTECIDAS E RESSONÂNCIA EM UM RESSONADOR DE HELMHOLTZ

Niels Fontes Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3572224061>

### **CAPÍTULO 2..... 13**

*MODELLUS*: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE FÍSICA A ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA, NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Luiz Gustavo Fernandes dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3572224062>

### **CAPÍTULO 3..... 26**

RELATO DE EXPERIÊNCIA: O USO DE SIMULADORES VIRTUAIS DO PHET COMO METODOLOGIA DE ENSINO DE CAMPO ELÉTRICO NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

Nayara Lima de Souza

Daniel Cesar de Macedo Cavalcante

Alessio Tony Batista Celeste

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3572224063>

### **CAPÍTULO 4..... 31**

OBSERVAÇÃO, CATALOGAÇÃO E MONITORAMENTO DE DEBRIS ESPACIAIS COM ABORDAGENS PARA REFLEXÕES EDUCACIONAIS

Marcos Rincon Voelzke

Orlando Ferreira Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3572224064>

### **CAPÍTULO 5..... 43**

UM OLHAR PARA A ARTE DO INTENSIVISMO HUMANIZADO COMO ALIADO AOS PROFESSORES NO PROCESSO DE ENSINO DA FÍSICA

Clodoaldo Rodrigueis Vieira

Rodolfo de Lyra Ferreira

Irlane Silva de Souza

Regiane Magalhães Rêgo

Sabrina Batista Justiniano

Josivaldo Rodrigues da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3572224065>

### **CAPÍTULO 6..... 58**

UMA PROFESSORA NO DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Lucimeiry Batista da Silva Rabay

Glória de Lourdes Freire Rabay

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3572224066>

<b>SOBRE A ORGANIZADORA .....</b>	<b>72</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>73</b>

# CAPÍTULO 2

## MODELLUS: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE FÍSICA A ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA, NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Data de aceite: 01/06/2022

**Luiz Gustavo Fernandes dos Santos**

Instituto Federal do Maranhão Campus  
Avançado de Porto Franco

[https://wwws.cnpq.br/cvlattesweb/PKG\\_MENU.  
menu?f\\_cod=834149098398B6E70C77907  
FDF374D3#](https://wwws.cnpq.br/cvlattesweb/PKG_MENU.menu?f_cod=834149098398B6E70C77907FDF374D3#)

**RESUMO:** Este trabalho propôs a implantação do *software Modellus* como instrumento metodológico de ensino. Foi implantado junto aos estudantes do 1º ano do Ensino Médio, sob a ótica da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. Foi criado um produto educacional em ambiente virtual para hospedar as modelagens confeccionadas pelos estudantes, sobre o tema lançamento de projéteis. O trabalho se ateve à validação das potencialidades do *software* como mediador prévio por meio de testes aplicados antes da intervenção com o *software* e posterior à intervenção. Foram realizadas análises quantitativas dos dados coletados com os testes e qualitativas das modelagens criadas pelos estudantes e os resultados referem-se principalmente às necessidades contínuas do aperfeiçoamento do pesquisador, em considerar as condições reais do Ensino Formal, e do delineamento eficaz da própria projeção de pesquisa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem Significativa, *Software Modellus*, Lançamento de Projéteis.

MODELLUS: METHODOLOGICAL  
PROPOSAL FOR TEACHING PHYSICS  
TO 1ST YEAR HIGH SCHOOL STUDENTS  
IN A PUBLIC SCHOOL FROM THE  
PERSPECTIVE OF MEANINGFUL  
LEARNING

**ABSTRACT:** This work proposed the implementation of *Modellus* software as a methodological tool for teaching. It was implemented with 1st year high school students, under the Significant Learning perspective of David Paul Ausubel. An educational product was created in a virtual environment to host the modeling made by students on the theme of projectile launching. The work was focused on validating the potential of the software as a prior mediator through tests applied before and after the intervention with the software. Quantitative analysis of the data collected from the tests and qualitative analysis of the modeling created by the students were carried out. The results refer mainly to the continuous needs of the researcher's improvement in considering the real conditions of formal education and the effective design of the research projection itself.

**KEYWORDS:** Meaningful Learning, *Modellus* Software, Projectile Throwing.

### 1 | INTRODUÇÃO

Diante do atual cenário tecnológico contemporâneo, em âmbito nacional, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN fornecem pistas sobre as tendências para o ensino de Física. O ensino desta disciplina

vem se desvencilhando da ênfase em memorização de fórmulas ou repetição automática de procedimentos, em situações artificiais ou abstratas, adquirindo consciência de que é importante fornecer significado, explicitando seu sentido, já no momento do aprendizado da Física nas escolas de nível médio (BRASIL, PCN, 2002). Os professores que ministram a disciplina de Física, no nível médio, de variadas formas já tomaram consciência destes aspectos, apontados pelos PCNs devido à necessidade de mudanças efetivas identificadas na forma de se ensinar essa disciplina.

Assim, este trabalho propôs a inserção do *software Modellus* como um instrumento metodológico de ensino que pode promover a aprendizagem de conceitos de Física de forma significativa. A aprendizagem significativa é conceituada por David P. Ausubel (1918-2018) como sendo aquela que vai além da simples memorização e está ligada à cognição do aluno.

O uso conjunto da aula expositiva dialogada e a utilização do *software Modellus* possibilitou a criação de um produto educacional que consiste em um *site* nomeado “Física além da sala de aula”, o qual possui modelagens construídas pelos estudantes, por meio do *software*, durante o terceiro bimestre do ano letivo de 2017.

O referido *site* apresenta modelagens do conteúdo lançamento de projéteis em campo gravitacional uniforme, as mesmas foram hospedadas em forma de imagens para divulgar e permitir acesso público às atividades. Cabe destacar que o projeto será mantido em ambiente virtual, podendo ser acessado pelo público que desejar estudar o movimento de projéteis.

A escolha do conteúdo lançamento de projéteis deve-se ao fato de que os alunos do 1º ano quando ingressam no Ensino Médio e entram em contato com conteúdo de cinemática apresentam dificuldades no aprendizado deste tema. Essas dificuldades residem na falta de conhecimentos prévios que são essenciais para o pleno entendimento do conteúdo em que o mesmo é evitado na maioria das escolas públicas. Estes fatores se tornaram aspectos motivadores da pesquisa.

Cabe destaque também às condições estruturais das escolas públicas e o baixo rendimento dos alunos, nas avaliações bimestrais. Esses fatores são reportados pela própria experiência docente. De acordo com o que sinaliza Moran (2000), uma única forma de ensinar não se justifica, pois, o tempo demandado e a aprendizagem resultante do processo podem ser tidos como fator de desmotivação contínua para professores e estudantes. O fato das aulas tradicionais (expositivas dialogadas) não serem tão motivadoras quanto se pretende levam aos estudos de ferramentas complementares, essenciais na rotina escolar e que possuam relevância cognitiva.

Neste trabalho, verificou-se alterações em termos do processo de ensino e aprendizagem que a proposta metodológica proporciona, sob a ótica da aprendizagem significativa de Ausubel, por meio de testes avaliativos que foram aplicados antes e depois da confecção das modelagens e das análises qualitativas das modelagens confeccionadas

pelos estudantes.

Constatou-se a possibilidade de as modelagens criadas por intermédio do *software* serem utilizadas como material potencialmente significativo e exercer o papel de organizadores prévios os quais são fatores importantes da teoria de Ausubel.

## **2 | APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: PERSPECTIVAS DA TEORIA PARA O ENSINO DA FÍSICA**

A teoria cognitiva da aprendizagem significativa de Ausubel surge em resposta ao colapso da orientação teórica Neobehaviorista e se opõe a uma aprendizagem verbal por memorização. No sentido de que a aquisição e a retenção de conhecimentos formais resultam do produto de um processo ativo, integrador e mútuo entre o material de instrução e as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, com as quais as novas ideias estão relacionadas de formas particulares (AUSUBEL, 2000).

Em outras palavras a aquisição e a retenção de conhecimentos são fatores determinantes da aprendizagem significativa por recepção e não por descoberta conforme Ausubel (2000).

Ausubel (2000) sustenta que para a aprendizagem significativa por recepção se materialize em aquisição e retenção de conhecimentos por parte dos discentes é necessário também o advento de mecanismos de aprendizagem significativa ou materiais potencialmente significativos. A teoria está centrada no educando, ou seja, na sua bagagem de conhecimentos prévios que ele possui e adquire por meio de suas experiências vivenciais com o mundo.

Os conhecimentos prévios possuem papel determinante nessa teoria e se constituem naquilo que o aluno efetivamente sabe. Na obra “Psicologia educacional” o próprio Ausubel fornece uma ideia da importância desse fator da seguinte forma: “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isso: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. viii). Dessa forma, fica evidente que os conhecimentos prévios dos alunos devem ser fatores relevantes para que o novo conhecimento seja internalizado por eles.

Dentre estes conhecimentos prévios que o estudante possui existem aqueles que são informações relevantes para a ancoragem de novos conhecimentos de forma não literal e não arbitrária. Mas, é preciso que o docente identifique estes conhecimentos e desenvolva mecanismos de aprendizagem significativa para que o conteúdo possa ser internalizado pelos discentes de forma efetiva. O material ou o conteúdo a ser compreendido pelos alunos precisa ser potencialmente significativo em outras palavras é preciso que ele seja relacionável e incorporável a estrutura cognitiva do mesmo.

Mas, como afirma Ausubel (2000) não basta o material ser potencialmente significativo, ele por si só, não garante a aquisição e a retenção de conhecimentos, ou

seja, é preciso que haja a intervenção dos mecanismos de aprendizagem significativa desenvolvidos pelo professor. Mecanismos estes que irão ajudar a construir a tese de que o aluno é capaz de compreender determinado conteúdo.

Os mecanismos de aprendizagem significativa podem se personificar em procedimentos metodológicos de ensino, que integrem recursos didáticos que possam tornar o conteúdo a ser internalizado em material potencialmente significativo, tal como o *software Modellus*. Estabelecendo assim, a ancoragem ou ligações de ideias preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos construídas ao longo do tempo, e nesta concepção segundo Moreira (1983, p. 20). “O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, um processo através no qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo”.

Ou seja, para que o processo de aprendizagem discorra de forma efetiva é necessário que haja interação entre a nova informação a ser internalizada pelo discente e o conhecimento pré-existencial que compõe a estrutura cognitiva o qual é designado de “subsunçor”.

Diante disto, é imprescindível que o professor identifique estes conhecimentos prévios, e baseie seus ensinamentos nos mesmos, como propõe Ausubel. O professor deve ser autêntico e capaz de estabelecer conexões dos conhecimentos prévios dos alunos com os conceitos teóricos ensinados. A interação entre os subsunçores dos alunos e os novos conhecimentos é uma relação que se processa de maneira hierarquizada. Na falta de subsunçores específicos para a aprendizagem dos novos conhecimentos os organizadores prévios podem ajudar a constituir novos subsunçores e potencializar a interação entre os conhecimentos prévios ou ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva dos alunos e os novos conhecimentos que serão apresentados aos alunos.

E se tratando do ensino da Física, além dos conhecimentos prévios dos alunos que devem ser considerados é preciso que o conteúdo tenha relevância para os alunos. Logo, surge o seguinte questionamento, como tornar um conteúdo de Física, que parece ser desprovido de atrativos para os alunos, em um material potencialmente significativo?

Para responder essa pergunta, este trabalho parte de duas hipóteses, a primeira é que as modelagens feitas pelos alunos, por intermédio do *software Modellus*, podem tornar-se um material potencialmente significativo tornando o conteúdo relacionável e incorporável à estrutura cognitiva dos discentes. A segunda é que as mesmas também podem ser tidas como organizadores prévios de alta potencialidade para estabelecer pontes cognitivas e reativar subsunçores.

No momento em que são criadas as modelagens a Física sai do campo abstrato e torna possível a visualização e aplicabilidade por parte dos alunos, incorporando a sua estrutura cognitiva o conteúdo modelado. É sabido que devem ser utilizados os conhecimentos prévios dos alunos para, a partir disso, ensinar o novo conteúdo, e quando os discentes

não possuem conhecimentos prévios relevantes para a internalização significativa de determinado tema da Física se faz necessário a introdução dos organizadores prévios que para Moreira (1983) na falta de subsunçores para a ancoragem das novas informações, os organizadores prévios funcionam como ponte cognitiva facilitando a aprendizagem.

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a aplicação da proposta metodológica foram realizadas um número total de 37 aulas sendo parte delas teóricas, em sala de aula, para compor os conhecimentos prévios necessários para o entendimento do conteúdo lançamento de projéteis. E outra parcela destas se realizaram no laboratório de informática, no contraturno para a aprendizagem e construção de modelagens com o *software*. É importante salientar que boa parte das aulas utilizadas para a construção deste trabalho integra o programa curricular da esfera estadual e começaram no início do ano letivo de 2017.

Os conhecimentos prévios necessários para o entendimento do conteúdo são: Movimento uniforme, Movimento com aceleração constante que incluem funções matemáticas do primeiro e segundo grau, decomposição e soma de vetores e elementos básicos de trigonometria, conteúdos estes que integram o 1º e 2º bimestre do ano letivo, segundo o programa curricular de Física do estado.

Após o término destas aulas e das avaliações bimestrais foram aplicados em cinco turmas um pré-teste para a primeira coleta de dados ao término do segundo bimestre do ano letivo. Com 4 aulas de uma hora de duração cada com 10 questões objetivas envolvendo os conteúdos Movimento uniforme e Uniformemente Variado para verificar a aquisição de conhecimentos prévios e o desempenho dos alunos apenas com as aulas expositivas. Totalizando assim um número total de 19 aulas.

Até neste momento as aulas foram tradicionais, ou seja, baseadas apenas na exposição verbal de conteúdo, com o uso de quadro e pincel.

A inserção do conteúdo sobre lançamento de projéteis e a implantação do *software Modellus*, e a construção das modelagens de problemas sobre o referido tema se realizou em 10 aulas de 50 minutos cada.

Foram 4 aulas para a exposição do tema lançamento de projéteis que pode ser dividido em: lançamento Oblíquo, e lançamento horizontal sendo cada um deles introduzidos em 2 aulas, e mais 6 aulas para a construção das modelagens, feitas por intermédio do *software* com 6 problemas de Física. Um proposto no tutorial e os outros 5 problemas em uma Atividade computacional que foi proposta para os alunos.

Nesta atividade computacional eles teriam que apresentar os problemas resolvidos no caderno, de forma tradicional, e posteriormente realizar as modelagens dos mesmos e comparar os resultados fornecidos pelos gráficos e tabelas do *software*. Os alunos foram incumbidos de trazerem estas resoluções antes de realizarem as modelagens.

Realizou-se 4 aulas para a confecção do site que se constitui o produto educacional com a hospedagem das modelagens dos discentes. Essas aulas foram ministradas de acordo com o plano de aula e o tutorial desenvolvido pelo autor do projeto para ajudar a guiar os estudantes em suas modelagens.

Assim, o tutorial e a atividade computacional, bem como o plano de aula, as questões que compõem tanto o pré-teste quanto o pós-teste que foram retiradas de vestibulares anteriores encontram-se disponíveis no site, [fisica-alem-da-sala-de-aula.webnode.com](http://fisica-alem-da-sala-de-aula.webnode.com), para o livre acesso.

Após o término das aulas foi aplicado o pós-teste para a segunda coleta de dados ao término do 3º bimestre do ano letivo que foi composto por um número de 10 questões exclusivamente sobre lançamento de projéteis. Para comparação entre os resultados obtidos e posterior análise dos dados.

Para a implantação da proposta metodológica, a escola detinha uma sala com 17 computadores que foram capazes de suportar a instalação do programa. A situação ideal seria ter o número de computadores disponível igual ao de estudantes, no entanto, isso é muito difícil em escolas da região da pesquisa, de modo que se admitiram dois alunos por computador.

Todos os procedimentos supracitados se realizaram no III bimestre a partir do mês de agosto do ano letivo e a população que integrou a pesquisa foram os alunos devidamente matriculados na instituição de ensino, do primeiro ano do Ensino Médio por livre assentimento, sem recebimento de qualquer benefício financeiro e com a opção de abandonar a pesquisa quando fosse conveniente sem qualquer prejuízo.

O número máximo de alunos que participaram da pesquisa em diferentes momentos consta na tabela 1.

<b>Participantes do pré-teste</b>	<b>Participantes do pós-teste</b>	<b>Produção das modelagens</b>
Turma A: 19 alunos	Turma A: 29	Turma A: 18
Turma B: 25 alunos	Turma B: 23	Turma B: 13
Turma C: 10 alunos	Turma C: 17	Turma C: 6
Turma D: 16 alunos:	Turma D: 14	Turma D: 12
Turma E: 18 alunos	Turma E: 15	Turma E: 4
<b>Total: 88 alunos</b>	<b>Total: 98</b>	<b>Total: 53</b>

Tabela 1 – Número de participantes que colaboraram com a pesquisa em diferentes momentos.

Fonte: autor, 2017.

Esta amostragem considera fatores como as condições físicas e materiais da escola e a sua disponibilidade em ceder o espaço necessário para o estudo, e a disponibilidade

dos alunos em participarem do projeto.

Na próxima seção está descrita a análise dos dados que foram coletados com os testes avaliativos, assim também como a análise de alguma das modelagens feitas pelos estudantes.

#### 4 | ANÁLISES DOS DADOS

O pré-teste tem por objetivo aferir todo o processo de ensino e aprendizagem dos alunos sobre dois conteúdos básicos de cinemática que são Movimento Uniforme e Uniformemente Variado. O pré-teste foi utilizado como objeto de avaliação dos alunos e sua nota era de 0 até 1,0. Logo, se o aluno acertou apenas uma questão, sua nota era de 0,1, duas questões, sua nota era 0,2 e assim por diante.

Foi realizado o cálculo da média ponderada para todas as turmas correspondendo ao número de questões acertadas dividida pelo número de alunos participantes. Para a turma A, por exemplo, percebe-se que 19 alunos participaram do pré-teste, mas, mesmo assim, o aproveitamento é de apenas 40%, confirmando o peso maior para a nota correspondente a 0,4, sendo de 4,0 questões, a média de acerto para esta turma. Este mesmo procedimento foi adotado para as turmas, (B), (C), (D), e (E) conforme consta no gráfico.

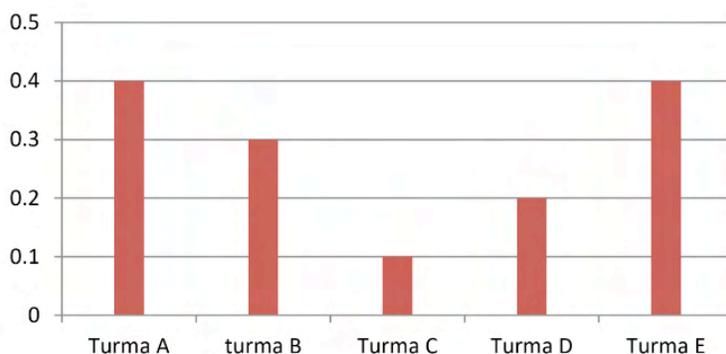


Figura 1 Gráfico do rendimento das turmas no pré-teste

Fonte. Autor

Assim, por este gráfico percebe-se que a turma A na qual contou com 19 participantes apresenta o mesmo rendimento da turma E que contou com 18 participantes, adquirindo aproveitamento de 40%. A turma B apresentou rendimento de apenas 30%. Foi relativamente um dos desempenhos mais baixos contando com 25 participantes. A turma C com apenas 10 participantes não passou de 1%. A turma D com 16 participantes obteve rendimento de apenas 20%.

Estes resultados demonstram que apenas o método tradicional de ensino, baseado

apenas na exposição verbal de conteúdos, não despertam o interesse e nem o pleno aprendizado dos discentes ao longo de dois bimestres consecutivos. Estes fatores não se justificam apenas por estes dados quantitativos.

Adotando o mesmo procedimento para o pós-teste com o cálculo das respectivas médias ponderadas de cada turma, os resultados que demonstram o aproveitamento por turma estão no segundo gráfico de barras.

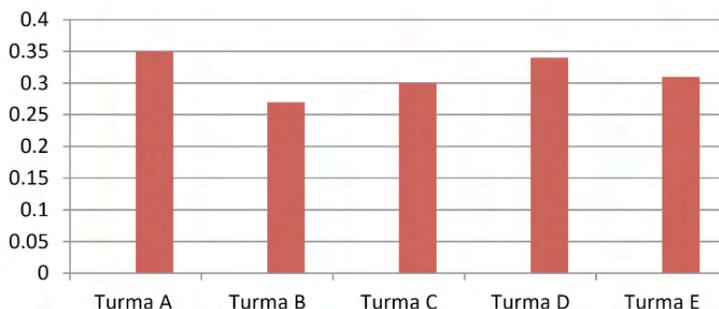


Figura 2 Gráfico do rendimento das turmas no pós-teste

Fonte. Autor

A turma A obteve aproveitamento de 35%, sua média de acerto é de aproximadamente 3 questões e participaram do pós-teste 29 alunos. Em suma, foi o melhor desempenho em ambos os testes. A turma B apresentou rendimento de 27% com 23 participantes, um número menor do que no pré-teste. O desempenho da turma B caiu e não foi satisfatório no pós-teste. A turma C obteve 30% de aproveitamento com 17 participantes, sendo 20% a mais em relação ao pós-teste. Ainda assim o rendimento é relativamente baixo. A turma D atinge 34% com 14 participantes nesta etapa com 14% a mais em relação ao pré-teste. Um aproveitamento ainda relativamente baixo. E a turma (E) apresenta rendimento de 31% com 15 participantes. Sendo 9% a menos em relação aos dados do pré-teste.

Percebe-se que assim como no pré-teste poucos alunos apresentaram os cálculos que os levaram a concluir suas respostas, e mesmo assim alguns deles apresentaram em suas resoluções estruturas desprovidas de sentido. Esperava-se que fosse um pouco diferente pelo menos em algumas questões. Mas não foi, e no geral percebe-se que algumas turmas apresentaram uma melhora no seu rendimento, mas foi muito superficial e outras turmas apresentaram queda, mas em comparação com o pré-teste também é superficial se levar em conta o número de participantes desta etapa.

É necessário agora fazer o cruzamento dos dados do pós-teste com outro gráfico. O de número de alunos que participaram efetivamente das modelagens, analisados por turma. Ver figura.

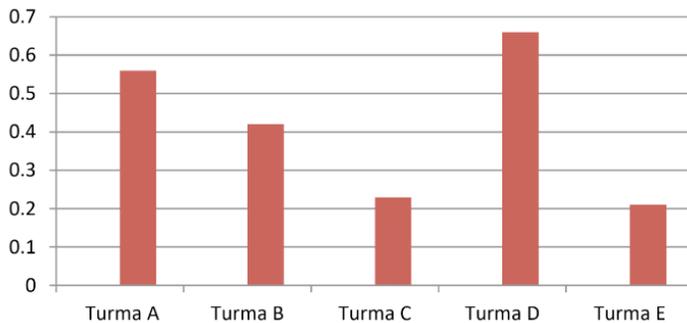


Figura 3 Gráfico do número de alunos que participaram das modelagens por turma

Fonte. Autor

A turma A possui um número total de 32 de alunos matriculados e frequentes, porém apenas 18 participaram das modelagens. Correspondendo a uma participação efetiva de 56%. Portanto, é possível identificar uma demanda de tempo maior do que a disponível para os testes, além de maior assiduidade por parte dos estudantes. Este é um dos fatores que evidencia a necessidade de o delineamento da pesquisa ser mais associado à realidade das condições das escolas do que os pressupostos didático-pedagógicos existentes.

Repare que este raciocínio se aplica também à turma B, porque são 31 alunos matriculados e frequentes, mas a participação efetiva deles é de 42% correspondendo assim a apenas 13 alunos. A turma C, que apresentou aumento superficial em relação ao pré-teste, possui 26 alunos matriculados e quase todos frequentes obteve rendimento no gráfico (3) de 23% representando participação efetiva de apenas 6 alunos, mostrando assim que a turma poderia evoluir muito com uma participação efetiva maior na construção das modelagens.

A turma D demonstra rendimento de 66%, sendo 18 alunos matriculados e frequentes e tendo participado de forma efetiva 12 alunos, isto representa os 14% a mais de rendimento do pós-teste em relação ao pré-teste. O que de fato esta turma precisava era de mais tempo para construir mais modelagens, e assim seu rendimento poderia ser ainda melhor.

A turma (E) é composta por 19 alunos regularmente matriculados e frequentes, sua participação e aproveitamento são de 21% correspondendo a um número de apenas 4 alunos, seu rendimento decresceu em 9% mas, percebe-se que pela complexidade do conteúdo do pós-teste e o número mínimo de participantes desta etapa tão importante do projeto contribuiu para o decréscimo de 9% em relação aos dados do pré-teste, ou seja, se a participação dos alunos desta turma fosse em maior número o rendimento teria sido outro. Os dados expostos nos três gráficos fornecem uma sustentação para esta hipótese.

Mas, seriam necessárias mudanças muito significativas que são essenciais para

mudar a realidade da escola pública de hoje, e transformá-la na escola na qual queremos, e tais mudanças perpassam pela relação tríade da qual que são: Corpo docente – imprescindível para efetivar o processo educacional – conhecimento e didática; corpo técnico – responsável pelo espaço e estrutura do Ensino Formal (tecnologia disponível); corpo discente – pré-disposição cognitiva e/ou disposição para o “aprender”.

Diante dos resultados obtidos surge a seguinte pergunta que remonta a primeira hipótese. As modelagens feitas pelos alunos por intermédio do *software Modellus* podem se tornar um material potencialmente significativo? A resposta a esta pergunta, como mostram os resultados, depende muito mais do comprometimento e assiduidade dos discentes do que do planejamento das atividades.

Os alunos deveriam ter apresentado a atividade computacional resolvida no caderno, ou em uma folha de papel para depois realizar as modelagens, e comparar os seus resultados com os dados que são fornecidos pelos gráficos, e tabelas do *software*. Dessa forma o *software* por meio das modelagens dos alunos se transforma em aliado relevante para a aprendizagem significativa, promovendo-a de forma efetiva.

Os resultados mostram que poucos alunos realizaram esta parte, contudo, um (a) aluno (a) da turma D realizou exatamente este procedimento e teve aproveitamento de 70% dos pós teste, fato que seria impossível de ser obtido ao acaso. Em suma com todos estes fatores, a introdução de recursos computacionais pode se tornar materiais potencialmente significativos sendo eles mais efetivos e eficientes desde que as condições forem propícias e a relação tríade seja contemplada. A análise qualitativa das modelagens feitas pelos alunos durante a introdução ao manuseio do *software* leva em conta a evolução que os alunos apresentaram durante a construção de suas modelagens, esta forma de analisar os dados na concepção de (CHIZZOTE, 2006) afirma que a pesquisa qualitativa consiste na análise e descrição dos fenômenos humanos considerando suas características específicas dando ênfase às pessoas e suas interações sociais.

Portanto dentro desta visão deve-se levar em conta no início a criatividade dos alunos na construção de seus problemas, como exemplo a inserção de imagens de fundo, que consiste na criação de cenários utilizados por eles. O que se esperava dos docentes no decorrer da construção de suas modelagens era o desprendimento desses fatores de forma gradativa, e priorizar elementos da Física e da Matemática, tais como vetores, tabelas, gráficos e o modelo matemático proposto. Algo que foi conseguido conforme figura abaixo. Que retrata uma das várias modelagens realizadas pelos discentes.

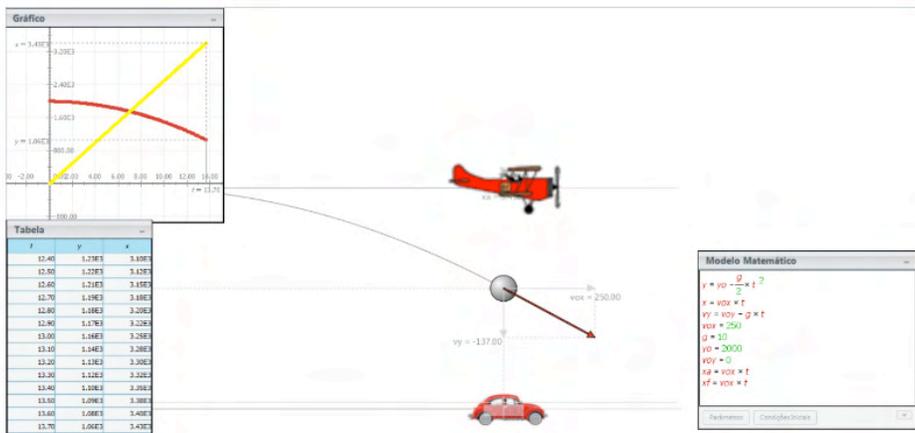


Figura 4 Modelagem computacional de três objetos.

Fonte: Autor

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este trabalho, que implantou o *software Modellus* como instrumento metodológico de ensino e de apoio ao professor, com o objetivo de alcançar a aprendizagem significativa, admite que o processo de Ensino-aprendizagem envolve não só a aquisição de novos conceitos e significados, estudados a partir de materiais ou recursos de aprendizagem, mas da ancoragem de conhecimentos sofisticados sobre conhecimentos prévios. Portanto, entende a necessidade do subsídio didático e estratégico na tentativa de aumentar a potencialidade dos conteúdos da Física ensinados nas escolas públicas.

Como o *Software Modellus* pode se tornar um potencializador de uma aprendizagem significativa e não mecânica de conceitos relevantes da Física? A resposta se mostra dependente, de forma direta, ao comprometimento real e assiduidade por parte do corpo discente. Neste aspecto, para que as modelagens construídas pelos alunos se tornem materiais “potencialmente significativos” e “organizadores prévios” é preciso a pré-disposição dos alunos, ou seja, o querer aprender.

Mesmo que o docente tenha a percepção de uma teoria de aprendizagem e possa utilizar recursos computacionais para potencializar a efetivação de tal teoria, é necessário o pleno entendimento de que o processo de ensino e aprendizado é uma relação de correspondência e troca, entre professor e aluno. Outro fator importante é a: estrutura física das escolas públicas que devem ser adequadas e condizentes com a realidade tecnológica atual.

O uso de computadores em aulas de Física é importante e sem eles o ensino formal na maioria das vezes é dispendioso, desmotivador, tanto para professores e alunos, dentro desta ótica, as escolas necessitam de laboratórios de informática, bem equipados com

computadores para todos os alunos. O último fator importante é o corpo docente que necessita de formação contínua com ênfase em metodologias que empregam recursos computacionais.

O docente deve ser incentivado a buscar a introdução de recursos computacionais. Os resultados obtidos no pós-teste em termos quantitativos não foram de fato satisfatórios e deixaram muito a desejar, mas indicou um começo promissor, no que concerne à introdução de softwares educativos para o Ensino da disciplina de Física e uma pista para mudanças na prática docente que não podem demorar a acontecer.

Assim, não se pode atribuir as dificuldades da vida cotidiana e os espinhos do exercício da docência à incapacidade de modificar a prática docente. Muito pelo contrário, é preciso então transformar os problemas, as dificuldades, e barreiras que às vezes podem parecer intransponíveis, todos como fatores favoráveis

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Revisão científica, Teodoro, V.D. Lisboa. 2000. Tradução de: Lígia Teopisto.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. 1963.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

\_\_\_\_\_. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais; ciências humanas e suas tecnologias. Brasília, MEC/SEMTEC, 2002.

CHIZZOTTE, Antônio. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis: Vozes, 2006.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Ciclos de Modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 2, p. 965-1007, out. 2012.

MENDES, J. F.; COSTA, I. F.; SOUZA, C.M.S.G. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, 2012. Disponível em: < <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/342402.pdf> > Acesso em: 25 ago. 2012.

MORAN, José Manuel. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas**. In: MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. Campinas: Papirus, 2000. Cap.1, p.11-63.

MOREIRA, Marco. Antônio. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física; a teoria de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências**. Porto Alegre, Ed. da Universidade, UFRGS, 1983.

MOREIRA, Marco. Antônio; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem**: os mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, (1993).

MOREIRA, Marco Antônio, MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

TEODORO, V. D.; VIEIRA, J. P. D.; CLÉRIGO, F. C. *Modellus 2.01: interactive modelling with mathematics*. Monte Caparica: Faculdade de Ciência e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alunos 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 56, 63, 64, 68, 69

Aprendizagem 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 34, 35, 36, 41, 45, 46, 48, 50, 52, 53, 55

Aprendizagem significativa 12, 13, 14, 15, 16, 22, 23, 25, 35, 41, 53

Astronomia 31, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 41

### C

Campo acadêmico 58, 60, 61, 62, 64

Carreira acadêmica feminina 58

Carreiras masculinas 58

Comportamento organizacional 43, 56, 57

Comunidade 43, 44, 46

Conhecimento científico 31, 38, 40, 46

### D

Debris espaciais 31, 32, 33, 34, 37, 39, 41

### E

Ensino 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 53, 55, 56, 58, 60, 70, 72

Escola 13, 18, 22, 43, 44, 45, 47, 48, 50, 51, 53, 54, 55, 56

Experimentos didáticos 1, 2, 10, 12

### F

Força 1, 2, 3, 4, 5, 7, 48, 64

Frequência 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 50

### G

Gênero 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 69, 70, 71

### L

Lançamento de projéteis 13, 14, 17, 18

Lei de Newton 3

### M

Metodologia 3, 26, 28, 29, 34, 37, 38, 46, 63

Movimento 1, 2, 3, 4, 6, 7, 14, 17, 19

Mulheres 49, 50, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70

## **O**

Oscilador harmônico amortecido 1, 2, 3, 4, 6

## **P**

Professores 14, 23, 27, 29, 30, 31, 33, 34, 36, 38, 40, 41, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 53, 55, 60

## **R**

Remoto 26, 27, 29

Ressonância 1, 2, 5, 8, 9, 10, 12, 72

## **S**

Sala de aula 14, 17, 27, 28, 36, 43, 45, 46, 48, 51, 53

Simulações 24, 26, 27, 28, 29

Software Modellus 13, 23

Som 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11

# Física:

A Newton's cradle with five silver spheres. One sphere on the left is in motion, having just struck or about to strike the others. The background is a dark, textured grey.

Produção de conhecimento  
relevante e qualificado 2

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Física:

Produção de conhecimento  
relevante e qualificado 2

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)