

# A IMPRESSÃO 3D COMO RECURSO DE ENSINO DE FÍSICA NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO

THE 3D PRINTING AS A TEACHING RESOURCE FOR PHYSICS IN THE 1ST YEAR OF HIGH SCHOOL

RICARDO FRANCISCO PEREIRA <sup>\*</sup>1, RODRIGO DE MELO MONTEIRO <sup>†</sup>2

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá.

<sup>2</sup>Colégio Cristão Integrado de Maringá.

---

## Resumo

*Atualmente, discute-se a respeito das dificuldades que um professor de Física encontra para tornar o ensino desta disciplina mais interessante e acessível aos alunos na tentativa de propiciar uma verdadeira aprendizagem. Para contornar as dificuldades e levar aos alunos uma apropriação do conhecimento, é necessário que as práticas educacionais incluam diferentes recursos em sala de aula, entre elas, destacamos a tecnologia de impressão 3D. O objetivo deste estudo foi proporcionar aos alunos um desenvolvimento intelectual e contextualizado dos fenômenos físicos envolvendo alguns conteúdos de Mecânica usando a tecnologia de impressão 3D como geradora de recurso de ensino para as aulas de Física, a partir do desenvolvimento de duas propostas de atividades abordando os conteúdos de Máquina de Atwood e Colisões Mecânica. Essas atividades foram aplicadas com 64 alunos da 1ª série do Ensino Médio, de duas escolas particulares no município de Maringá (PR). Para analisar se a impressão 3D foi um recurso de ensino viável para o aprendizado, os alunos responderam a um questionário a respeito das atividades e sobre o potencial que a impressão 3D traz como recurso de ensino. Os resultados mostraram um cenário onde os alunos interagiram muito bem com as peças impressas 3D e para a maioria deles, elas ajudaram na compreensão do conteúdo abordado, indicando que a tecnologia da impressão 3D tem potencial para ser geradora de mais recursos úteis para os professores usarem em sala de aula.*

**Palavras-chave:** Impressão 3D. Ensino de Física. Mecânica. Recurso de ensino.

---

\*ricardoastronomo@gmail.com

†profrodrigofismat@gmail.com

---

### Abstract

*Currently, there is discussion about the difficulties that a Physics teacher encounters to rise the teaching of this subject more interesting and accessible to students in an attempt to provide true learning. To overcome the difficulties and allow students to acquire knowledge, it is necessary for educational practices to include different resources in the classroom, among which we highlight 3D printing technology. The objective of this study was to provide students with an intellectual and contextualized development of physical phenomena involving some Mechanics content using 3D printing technology as a generator of teaching resources for Physics classes, based on the development of two activity proposals addressing the contents of Atwood's Machine and Collisions. These activities were carried out with 64 students in the 1st year of high school, from two private schools in the city of Maringá (PR). To analyze whether 3D printing was a viable teaching resource for learning, students responded to a questionnaire regarding the activities and the potential that 3D printing provides as a teaching resource. The results showed a scenario where students interacted very well with the 3D printed parts and for the majority of students, they helped in understanding the content covered, indicating that 3D printing technology has the potential to generate more useful resources for teachers to use in the classroom.*

**Keywords:** 3D printing. Teaching Physics. Mechanics. Teaching Resource.

---

## I. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas enfrentados pelos professores nas aulas de Física é o desinteresse dos alunos por essa disciplina e um dos principais motivos que levam a esse desinteresse é que os alunos têm dificuldades para conseguirem relacionar o que é ensinado em sala de aula com o que eles têm contato na vida cotidiana fora da escola. É necessário criar condições para que os alunos se interessem naturalmente pela Física, porque um aluno motivado busca novos conhecimentos e oportunidades, se envolvendo mais nas atividades e se abre a novos desafios (ALCARÁ; GUIMARÃES, 2017). Diante desse contexto, um dos grandes desafios que os professores encontram no ensino de Ciências (Ciências, Física, Química e Biologia), mas especialmente na Física, é tornar o ensino-aprendizagem mais significativo aos alunos, com apropriação de conceitos e conhecimentos úteis à vida cotidiana (SILVA; FERREIRA; VIEIRA, 2017).

Visando superar as dificuldades e a abstração dos conceitos científicos de Física, como também seu formalismo matemático, é necessário que as práticas educacionais incluam diferentes práticas pedagógicas e diferentes recursos em sala de aula, porque elas atraem a atenção dos alunos, auxiliam os professores no desenvolvimento de novas formas de aplicar os conteúdos de maneira lúdica e prática, estimulando assim, a criatividade dos estudantes (NETO; LOUBET; ALBUQUERQUE, 2019). Nesse sentido, acreditamos que a tecnologia da impressão 3D, é um recurso que tem potencial para a produção de recursos que contribuam no ensino-aprendizagem da Física, possibilitando uma compreensão melhor do conteúdo por meio do manuseio e exploração desses materiais (BASNIAK; LIZIERO, 2017), inclusive em atividades práticas (AGUIAR, 2016).

O presente trabalho é derivado de uma monografia defendida no ano letivo de 2022 para a obtenção do título de Licenciatura em Física e os resultados aqui apresentados correspondem a parte dos resultados obtidos na monografia. Temos o objetivo avaliar o potencial que 2 conjuntos de peças produzidas por impressoras 3D têm como recurso de ensino para ajudar na aprendizagem dos alunos sobre alguns conteúdos de Mecânica. Cada conjunto se constitui uma atividade, sendo escolhidos os conteúdos de Colisões e Máquina de Atwood que foram aplicadas em 2 turmas de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola particular da cidade de Maringá, Paraná. Os resultados foram analisados a partir da resposta dos alunos a um questionário com 8 questões com o intuito de avaliar a aprendizagem dos conteúdos e sobre a eficiência pedagógica dos conjuntos de peças produzidas por impressão 3D.

Destacamos que neste trabalho, os modelos digitais que usamos para imprimir-los foram obtidos gratuitamente no portal Thingiverse<sup>1</sup>, portanto, o foco deste trabalho é nas peças impressas pela tecnologia de impressão 3D, no uso dessas peças e nas reações dos alunos e não na modelagem que produziu o modelo digital. A Modelagem 3D, que é o processo de construção digital de uma peça, é uma coisa e a Impressão 3D, que é a produção física de uma peça é outra coisa. As duas são intimamente ligadas, mas são processos totalmente diferentes, a Impressão 3D depende da Modelagem 3D produzir modelos digitais para que ela possa imprimir-los. Para quem não sabe fazer a Modelagem 3D, resta buscar os modelos nos portais que os disponibilizam gratuitamente, comprar modelos em alguns portais que negociam eles ou contratar algum modelador para produzir alguma peça específica que não é encontrada nos portais de distribuição gratuita.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em seus estudos a respeito dos desafios atuais no ensino de Física, Nesi *et al.* (2021), comentam que nas últimas décadas foram definidas políticas públicas que visam discutir a prática escolar e a respeito destas políticas expõem:

"(...) pode-se afirmar que os efeitos provocados por esses encaminhamentos não permitiram muitas alterações no espaço escolar, em virtude de vários fatores, a destacar: a formação inadequada dos profissionais, os conteúdos curriculares desatualizados, poucos investimentos na estrutura de laboratórios físicos e virtuais, o distanciamento da tecnologia aliada à educação, os problemas curriculares, a configuração e a quantidade de alunos no espaço da sala de aula"(p.17288).

É comum nos cursos de licenciatura discutir sobre os moldes do ensino tradicional como um dos fatores que contribuem para a falta de interesse por parte dos alunos (SILVA, SALES E CASTRO, 2019). Este modelo de ensino passivo/expositivo de aprendizagem, é uma das principais razões que contribuem para a desmotivação dos alunos, por estar

---

<sup>1</sup>Em anexo, após a sessão de referência, disponibilizamos todos os links para baixar os modelos usados neste trabalho.

centrado no professor que supervaloriza resoluções de exercícios e memorização de equações matemáticas. Para que os conhecimentos científicos possam acompanhar a evolução da sociedade, é necessário proporcionar um novo direcionamento das ações curriculares, com mudanças que devem começar desde a formação inicial e chegando na formação continuada (NESI *et al.*, 2021).

Entre os desafios encontrados no ensino de Física, é importante entendermos como se ensina e como se aprende Física, para Moreira (2021, p. 1), "ensinar e aprender Física envolve conceitos e conceitualização, modelos e modelagem, atividades experimentais, competências científicas, situações que façam sentido, aprendizagem significativa, dialogicidade e criticidade, interesse". Para se alcançar isso, é necessário vencer a visão tradicional do professor "transmissor de informação" porque não faz mais sentido em nossa sociedade atual, interconectada e tecnológica, desta forma, a interatividade no ensino aumenta quando o professor entende que pode favorecer e estimular a aprendizagem, desde que ele envolva os alunos em investigações autênticas, com raízes nos fenômenos presentes na vida cotidiana. Os professores devem buscar metodologias que propiciem um maior interesse e participação dos alunos e nesse contexto, a tecnologia de impressão 3D é uma inovação que pode possibilitar novas experiências dentro e fora da sala de aula, podendo auxiliar no processo de ensino-aprendizagem (SENA, 2022).

## II.1. Impressão 3D

Para Kotz, Kovatli e Locatelli (2019), a impressão 3D é uma tecnologia que permite a transformação da maneira com a qual são desenvolvidos os objetos. Esse processo consiste em um modelo digital tridimensional produzido em computador, que é configurado em um software, que gera uma lista de códigos que a impressora 3D entende o que tem que fazer e então o objeto é construído fisicamente a partir da deposição de sucessivas camadas em um processo chamado de manufatura aditiva ou prototipagem rápida (ASSIS, 2018). Para realizar isso, existem várias tecnologias diferentes na impressão 3D tais como: filamentos termoplásticos (o mais comum), resinas, pó, deposição de metal, entre outros.

Pensando nas vantagens da utilização da impressão em 3D, encontram-se a possibilidade de fabricação de objetos sob medida, matéria-prima de baixo custo e com perdas mínimas de resíduos, tornando-se assim uma tecnologia enriquecedora para o processo educativo no desenvolvimento de uma aprendizagem criativa (PARANÁ, 2018).

A possibilidade de construção de materiais concretos pela impressora 3D, pode proporcionar aos alunos compreenderem melhor os conteúdos, que antes eram somente vistos por imagens ou livros (TOLEDO, 2019), como também se torna uma ferramenta para o professor realizar atividades experimentais em sala de aula, sem se preocupar com a falta de materiais ou laboratórios para a realização de experimentos.

A impressão 3D é relacionada com uma aprendizagem ativa, onde consegue trazer para a realidade materiais didáticos com diferentes formas, para que possa ser explicada ao tocar e manusear. Demonstra resultados, formas, informações dentre outras possibilidades. Ela possibilita trazer através do

tato dos alunos os elementos e conteúdos expostos na teoria dentro da sala de aula"(PINHO, 2021, p.4).

Quando o professor usa um recurso de ensino adequado para um determinado assunto a ser trabalhado com os alunos, pode despertar o interesse deles e com isso, a aula pode-se tornar mais dinâmica, permitindo uma melhor compreensão do assunto em estudo. A importância da utilização dos materiais didáticos no processo de ensino aprendizagem está na possibilidade de o aluno visualizar e construir significados de modo a conduzi-lo ao raciocínio e a sua utilização permite ao professor explorar diversas possibilidades, como relacionar informações, buscar soluções para problemas apresentados, comparar resultados e depois chegar à abstração (SILVA E VICTER, 2016).

Nesse cenário, a tecnologia da impressão 3D vem sendo cada vez mais empregada na educação porque é capaz de produzir objetos que podem ser usados para testes reais e funcionais e assim, podendo potencializar o processo de ensino-aprendizagem (SANTOS; ANDRADE, 2020).

Uma das dificuldades encontradas pelos professores no ensino de Física, diz respeito as atividades experimentais e as dificuldades para implementá-las, como a falta de recursos materiais para fazer as atividades. A tecnologia de impressão 3D, tem potencial para contornar este problema. Aguiar (2016) expõe que:

Nesse cenário de dificuldade material para a realização de experimentos, a tecnologia de impressão 3D oferece uma importante contribuição para amenizá-lo. Se houver professores, licenciandos e demais interessados da comunidade sabendo como criar instrumentos didáticos para o ensino, essas pessoas podem compartilhar via internet os modelos 3D desses experimentos"(p.24).

Neto, Loubet e Albuquerque (2019) em seu estudo utilizaram a impressora 3D como uma proposta de intervenção que ocorreu através de atividades práticas voltadas para a área de Ciências Exatas e suas tecnologias, permitindo a união entre teoria e prática e colocando o aluno como membro efetivo na construção do conhecimento. Os resultados indicaram que o uso de materiais didáticos e o desenvolvimento de atividades práticas em sala de aula fortalecem e favorecem o processo de ensino e aprendizagem.

O uso da impressão 3D na Educação ainda é recente e conforme a tecnologia das impressoras e dos materiais de impressão se tornam mais acessíveis e fáceis de usar, o número de usuários aumentará significativamente, assim como novos modelos 3D serão produzidos e disponibilizados. Além disso, já existem muitas instituições (universidades e escolas) com espaços makers contando com impressoras 3D, assim como já existem muitas empresas focadas na Impressão 3D. Um professor de Física, por exemplo, se ele não tiver uma impressora 3D, pode achar alguns modelos interessantes, baixá-los e levar a uma dessas empresas para imprimi-los a um certo custo.

### III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada possui caráter qualitativo e quantitativo. O ponto de vista do indivíduo é o elemento principal de pesquisas qualitativas e quantitativas e a diferença entre elas é que na pesquisa qualitativa é considerada a proximidade com o sujeito, enquanto na pesquisa quantitativa são usados materiais e métodos precisos.

No estudo que envolve a pesquisa qualitativa, esta consiste em analisar, observar, descrever e realizar práticas interpretativas de um fenômeno a fim de compreender seu significado. Sendo como um processo adaptado, não padronizado ao objeto de estudo, que possui caráter comunicativo e está inserida no contexto de métodos e técnicas que respaldam um caráter processual e reflexivo. Enquanto a pesquisa quantitativa, o interesse do pesquisador está em dimensionar, analisar e avaliar a aplicabilidade de recursos ou técnicas ou até mesmo introduzir uma variável na coleta de dados para um registro quantitativo. Tem como baseamento a avaliação de uma teoria, mesclada por variáveis e dados quantificados e registrados em números que são apresentados de forma estatística para determinar se as generalizações previstas na teoria se sustentam ou não. (RODRIGUES; OLIVEIRA; SANTOS, 2021).

A proposta com as atividades envolvendo os conjuntos de peças de impressão 3D foram aplicadas com duas turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma escola particular na cidade de Maringá/PR. A aplicação da proposta envolveu no total 64 alunos e aconteceu durante o 3º trimestre do ano letivo de 2022, durante duas aulas de Física com duração de 50 min cada uma.

Para avaliar os resultados da proposta de atividades, foi elaborado um questionário no Google Forms que os alunos foram convidados a responderem (não era obrigatório). As questões dizem respeito sobre a experiência no contato e com as atividades envolvendo as peças de impressão 3D e 36 dos 64 alunos responderam o formulário. Esse formulário é composto de 7 questões fechadas e 1 questão aberta. Cada aluno que respondeu à questão aberta foi marcado por um código que envolve um número e a sua turma. Por exemplo, o Aluno 5A é o quinto aluno da turma A que respondeu o questionário.

#### III.1. Conjunto 1: máquina Atwood

As peças de impressão 3D e materiais utilizados para a elaboração do kit da Máquina Atwood estão indicados na figura 1<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup>Em anexo, após a sessão de referências, disponibilizamos todos os links dos modelos para serem baixados gratuitamente. Também podem ser obtidos clicando aqui.

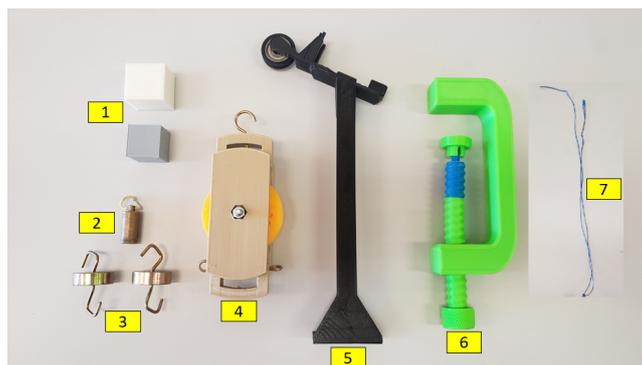


Figura 1: Kit Máquina de Atwood. Autoria Própria.

Como complemento na contextualização do conteúdo em relação a construção das equações matemáticas envolvidas no experimento realizado, foram produzidas algumas setas que representassem os vetores, para uma melhor visualização das grandezas vetoriais que necessitam de módulo (tamanho) direção e sentido, conforme a figura 2.

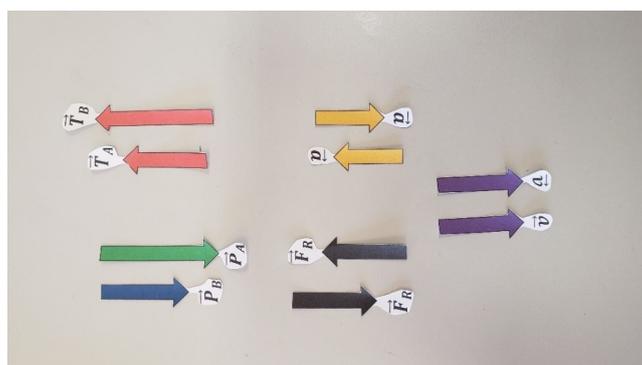


Figura 2: Vetores Máquina de Atwood. Autoria Própria.

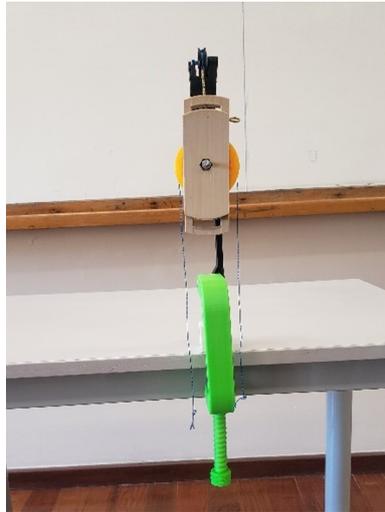
Para elaboração da proposta de atividade, levamos em consideração, os conteúdos trabalhados pelo professor nas aulas no decorrer do ano, envolvendo a Dinâmica do movimento dos corpos, como os conceitos de Força, Força resultante, os tipos de forças na Mecânica, Leis de Newton, aplicação das Leis de Newton (Sistemas de Corpos, Plano inclinado e Polias), em que os alunos já estariam familiarizados com os conceitos, grandezas vetoriais e escalares, envolvidas na Dinâmica do movimento dos corpos. A proposta de atividade para duas aulas foi desenvolvida de modo que seja flexível, conforme a interação dos alunos.

Ao escolher o tema Máquina de Atwood para ser trabalhado com as peças de impressão 3D, o objetivo foi permitir uma visualização na prática do fenômeno acontecendo e assim poder discutir as grandezas e as causas envolvendo o movimento dos corpos e a partir da discussão dos conceitos, poder fazer a transposição para a lousa e, deste modo, conduzir a construção das equações matemáticas para que os alunos pudessem compreender de maneira criativa e dinâmica a modelagem matemática a partir de um fenômeno da Física com o objetivo de propiciar uma aprendizagem ativa.

A proposta de atividade começa com a retomada de alguns tópicos, por meio de

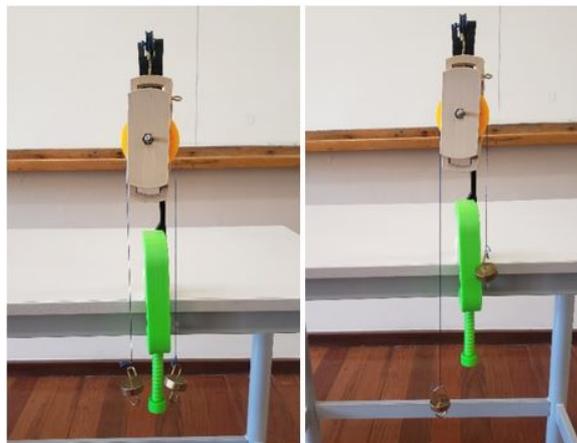
questionamentos aos alunos, envolvendo as grandezas envolvidas no movimento dos corpos como a velocidade e aceleração, a Força como causa do movimento e os tipos de forças na Mecânica e na sequência, apresentar as peças de impressão 3D aos alunos, para que eles possam visualizar e se familiarizar com elas.

Para o desenvolvimento da aula, realizamos a montagem da Máquina de Atwood, conforme figura 3.



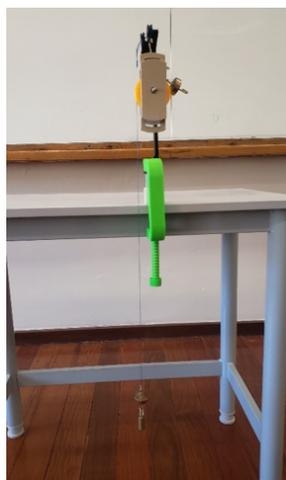
**Figura 3:** Máquina de Atwood – Fio inextensível apoiado na polia fixa com gancho. Autoria Própria.

Depois de concluída a montagem final do aparato, inicia-se a discussão do tema Máquina de Atwood: pegar os dois objetos com ganchos, de mesma massa e fazer o questionamento aos alunos sobre o que aconteceria se prendesse um em cada extremidade do fio. Após ouvir os questionamentos, solicitar à um aluno para colocar os dois objetos, um em cada extremidade do fio e soltá-los ao mesmo tempo, depois solicitar ao mesmo aluno que puxe algum dos objetos e mude a disposição dos mesmos, conforme a figura 4.



**Figura 4:** Na figura da esquerda, aplicação da Máquina de Atwood, com os dois objetos com ganchos, de mesma massa, um em cada extremidade do fio, ambas no mesmo nível. Na figura da direita, aplicação da Máquina de Atwood, com os dois objetos com ganchos, de mesma massa, um em cada extremidade do fio, mas em níveis (altura) diferentes.

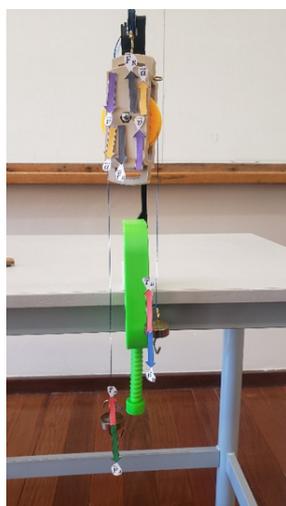
Na sequência, questionar os alunos sobre o porquê não ocorreu o movimento dos objetos, abordando assim, o equilíbrio estático entre os corpos e a força resultante igual a zero nos dois objetos. Em seguida, questionar os alunos o que aconteceria se colocarmos mais uma massa (objeto cilíndrico) junto a um dos objetos com gancho. Após ouvir os questionamentos, pedir a um aluno colocar o objeto cilíndrico em um dos objetos com gancho a sua escolha e soltá-lo, conforme a figura 5.



**Figura 5:** Aplicação da Máquina de Atwood, com objetos de massas diferentes, um em cada extremidade do fio.

Encerrada a demonstração, questionar os alunos sobre o movimento que ocorreu, abordando assim, o equilíbrio dinâmico entre os corpos e a força resultante diferente de zero nos dois objetos.

Para complementar a conceitualização do fenômeno realizado a partir da análise vetorial, utilizar os vetores e realizar a descrição das grandezas vetoriais envolvidas no movimento e na causa do movimento, isto deve ocorrer através de questionamentos aos alunos, sobre quais os tipos de forças da mecânica que estão envolvidas neste experimento, como também a percepção do movimento, conforme a figura 6.



**Figura 6:** Discussão do movimento e causa do movimento observado na Máquina de Atwood.

Encerrada a explicação do experimento envolvendo a Máquina de Atwood, fazer a transposição do experimento, para a lousa e construir com os alunos a modelagem matemática, a partir desta aplicação das leis de Newton <sup>3</sup>.

Para a conclusão da aula, deixar os alunos terem contato com o experimento, para que possam manipular na prática o que foi discutido em aula e para a avaliação dos alunos, o professor pode realizar através da sua observação e a participação dos alunos na aula.

### III.2. Conjunto 2: colisões

As peças de impressão 3D e materiais utilizados para a elaboração do kit de Colisões conforme figura 7 <sup>4</sup>.

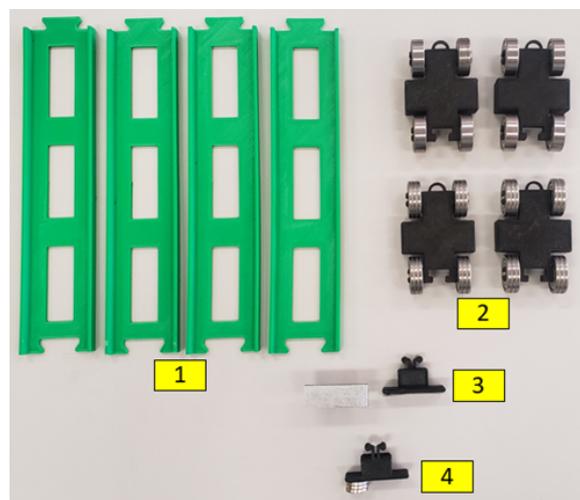


Figura 7: Kit Máquina de Colisões. Autoria Própria.

Produzimos algumas setas que representassem os vetores, para uma melhor visualização das grandezas vetoriais que necessitam de módulo (tamanho) direção e sentido do movimento envolvidas nas Colisões, conforme a figura 8:

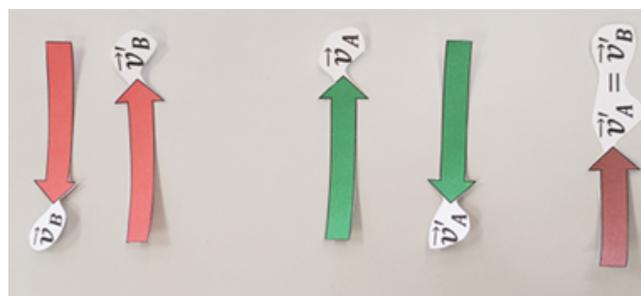


Figura 8: Vetores Colisões. Autoria Própria.

<sup>3</sup>Aqui, não há nenhuma inovação em como desenvolver essa parte matemática porque ela está presente na maioria dos livros didáticos. Caso o leitor queira ver essa parte matemática em uma outra mídia, recomendamos o seguinte **video**

<sup>4</sup>Em anexo, após a sessão de referências, disponibilizamos todos os links dos modelos para serem baixados gratuitamente, assim como os outros componentes necessários.

Ao escolher o tema Colisões para ser trabalhado com as peças de impressão 3D, o objetivo era poder permitir uma visualização prática do fenômeno acontecendo e assim, trazer para uma realidade mais concreta e menos abstrata para se discutir os três tipos de Colisões e, a partir da discussão dos conceitos, poder fazer a transposição para a lousa e diferenciá-las conforme as suas características, também visando proporcionar uma aprendizagem ativa.

Na introdução dessa aula, foi feita uma retomada do conceito da Conservação da Quantidade de Movimento e da Conservação da Energia Mecânica, através de questionamentos aos alunos, enquanto passa as peças de impressão 3D aos alunos, para que eles possam visualizar e se familiarizar com elas.

No desenvolvimento da aula, realizamos a montagem da pista unidimensional e colocamos dois carrinhos de impressão 3D com rodas de rolamentos, um em cada extremidade da pista. Na sequência, pedimos que um aluno movimentasse os dois carrinhos, de modo que eles se colidam, conforme as figuras 9, 10 e 11.



**Figura 9:** Colisões: Dois carrinhos, de impressão 3D com rodas de rolamentos, um em cada extremidade da pista unidimensional. Autoria Própria.



**Figura 10:** Colisões: Carrinhos durante colisão. Autoria Própria.



**Figura 11:** Colisões: Carrinhos após a colisão. Autoria Própria.

Questionamos os alunos sobre o que eles observaram antes, durante e após a colisão dos carrinhos e em seguida, fizemos a conceitualização do fenômeno observado utilizando os vetores, para desenvolver a descrição do movimento antes e após a colisão, conforme figura 12.



**Figura 12:** Colisões: Descrição do movimento antes e após a colisão dos carrinhos. Autoria Própria.

Também foi realizado a demonstração da colisão inelástica usando 2 encaixes com velcro e anexando nos carrinhos, conforme a figura 13.



**Figura 13:** Colisões: Carrinhos com o encaixe de velcro. Autoria Própria.

Após solicitar que um aluno coloque os carrinhos novamente na pista unidimensional, sendo um deles nas extremidades da pista e o outro na metade da pista, pedimos que ele movimentasse o carrinho da extremidade na direção do carrinho parado na metade da pista, de modo que eles colidam, conforme a figura 14.



**Figura 14:** Colisões: Carrinhos após a colisão. Autoria Própria.

Da mesma forma que foi realizada na etapa anterior, da colisão elástica, foi feita a conceitualização do fenômeno observado ao utilizar os vetores para desenvolver a descrição do movimento antes e após a colisão, conforme figura 15<sup>5</sup>.



**Figura 15:** Colisões: Descrição do movimento antes e após a colisão dos carrinhos.

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

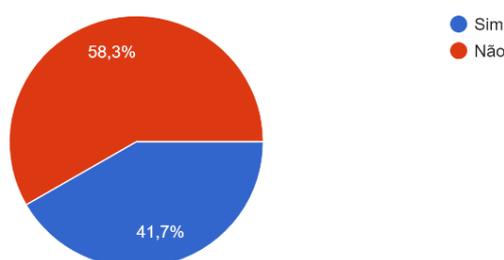
Após a aplicação das atividades com impressão 3D como um recurso de ensino, foi pedido que os alunos respondessem a um questionário online para avaliar o contato deles com as peças impressas e a aprendizagem dos conteúdos.

A primeira questão foi só para diferenciar os alunos entre as turmas A e B já que o link do questionário foi o mesmo para as duas turmas.

<sup>5</sup>Aqui, não há nenhuma inovação em como desenvolver essa parte matemática porque ela está presente na maioria dos livros didáticos. Caso o leitor queira ver essa parte matemática em uma outra mídia, recomendamos o seguinte **vídeo**.

A segunda questão buscou identificar se os alunos já tiveram algum contato com as peças de impressão 3D. Durante esta etapa foi possível deparar com alunos que já conheciam a da impressão 3D, antes mesmo do professor comentar a respeito. A figura 16 revela que 58,3%, a maioria dos alunos nunca tiveram contato com as peças de impressão 3D.

Anteriormente você já teve algum contato com peças impressas ou impressoras 3D?  
36 respostas

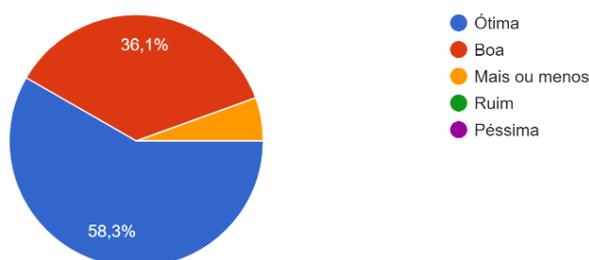


**Figura 16:** Contato dos alunos com as peças de impressão 3D.

A terceira questão buscou verificar a avaliação dos alunos com relação aos aspectos das peças de impressão 3D, como seu tamanho, forma e o visual. A figura 17 revela que 94,4% avaliaram positivamente as peças de impressão 3D, sendo 58,3% avaliadas como ótima e 36,1% como boa e 5,6% avaliadas como mais ou menos.

A importância desse resultado foi mostrar que se as peças impressas gerarem uma melhor interatividade dos alunos com a atividade, isso tende a gerar uma experiência positiva com relação à atividade proposta.

Como você classifica as peças impressas em 3D com relação ao tamanho, forma e o visual das peças?  
36 respostas

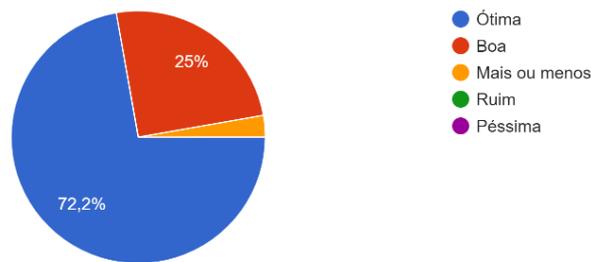


**Figura 17:** Avaliação dos aspectos das peças de impressão 3D.

A quarta questão buscou investigar a primeira impressão que os alunos tiveram em relação às peças dos kits de impressão 3D. A figura 18 revela que 97,2%, quase a totalidade dos alunos, sendo que 25% tiveram uma boa e a maioria com 72,2% uma ótima aceitação da utilização das peças de impressão 3D e 5,6% avaliadas como mais ou menos.

A primeira impressão que se tem sobre um recurso é muito importante para gerar um interesse ou gerar um desinteresse dos alunos pelo material. Independente do caso, não significa que esse desinteresse não possa ser revertido ao longo das atividades, mas torna o trabalho do professor mais difícil porque ele precisa convencer os alunos sobre a importância e eficácia do recurso para alunos que não gostaram dele a primeira vista.

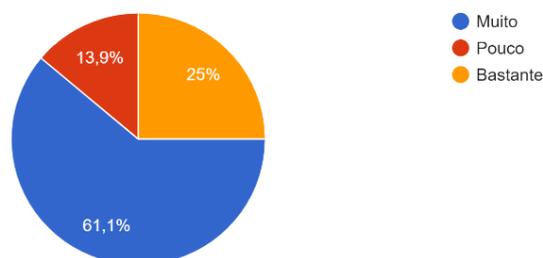
De um modo geral, qual foi a sua primeira "impressão" sobre as peças impressas 3D apresentadas pelo professor?  
36 respostas



**Figura 18:** Aceitação da utilização das peças de impressão 3D.

A quinta questão buscou identificar se os alunos conseguiram obter compreensão satisfatória do conteúdo trabalhado sobre a Máquina de Atwood por meio da utilização do kit de impresso 3D. A figura 19, revela que 86,1%, a maior parte dos alunos, conseguiram obter uma compreensão satisfatória do conteúdo trabalhado, em que 61,1% consideraram que ajudou muito e 25% consideraram que ajudou bastante e uma pequena parte dos alunos, sendo 13,9%, não alcançaram suas expectativas na compreensão do conteúdo com a utilização das peças de impressão 3D. A partir desses resultados, em uma aula posterior, o professor revisou o tema buscando suprir quaisquer dúvidas que ficaram sobre o conteúdo.

Sobre a atividade da Máquina de Atwood, a peça impressa por impressora 3D lhe ajudou na compreensão da Física envolvida?  
36 respostas



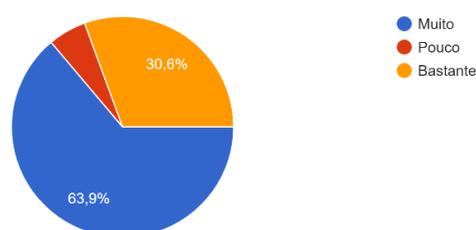
**Figura 19:** Compreensão do conteúdo trabalhado sobre Máquina de Atwood com a utilização das peças de impressão 3D.

A sexta questão buscou identificar se os alunos conseguiram obter compreensão satisfa-

tória do conteúdo trabalhado sobre o conteúdo de Colisões por meio da utilização do kit de impressão 3D. A figura 20 revela que 94,5%, a grande maioria dos alunos, conseguiram obter uma compreensão satisfatória do conteúdo trabalhado, sendo que 63,9% consideraram que ajudou muito e 30,6% consideraram que ajudou bastante e apenas 5,5% dos alunos, não alcançaram suas expectativas na compreensão do conteúdo com a utilização das peças de impressão 3D. Assim como aconteceu com a atividade da Máquina de Atwood. Em uma aula posterior, o professor voltou a revisar o tema buscando suprir as dúvidas que ficaram sobre o conteúdo.

Sobre a atividade de Colisões, o conjunto de peças impressas por impressora 3D lhe ajudou na compreensão da Física envolvida?

36 respostas



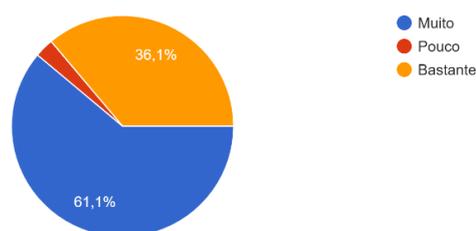
**Figura 20:** Compreensão do conteúdo trabalhado sobre Colisões com a utilização das peças de impressão 3D.

Comparando as duas atividades realizadas, observa-se que para a abordagem dos conteúdos de Colisões, obteve-se um melhor resultado e questionando os alunos sobre o que gerou essa diferença de avaliação entre as atividades, ficou claro que a análise vetorial é um tópico que ainda gera muita dificuldade aos alunos, fazendo com que o tema sobre Colisões, que depende menos da análise vetorial, tivesse melhor compreensão na abordagem.

A sétima questão buscou verificar se a utilização das peças impressas gerava nos alunos um interesse maior nas aulas de Física. A figura 21 revela que 97,2%, quase a totalidade dos alunos que responderam ao questionário, onde 61,1% se sentiram muito e 36,1% se sentiram bastante interessados em prestar atenção nas aulas, enquanto somente 2,8% dos alunos se sentiram pouco interessados em prestar atenção na aula.

O quanto você se sentiu interessado(a) nas atividades com as peças impressas 3D?

36 respostas

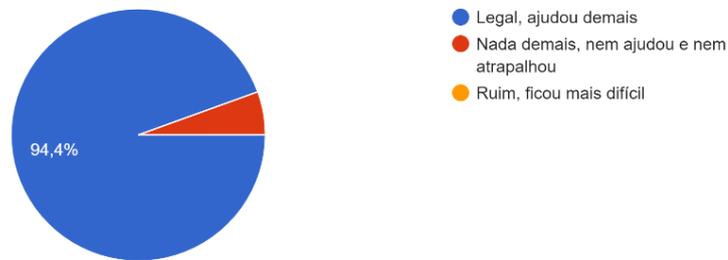


**Figura 21:** Gráfico compilando a opinião direta sobre o interesse nas peças impressas.

Refletindo sobre esses resultados, relacionamos eles ao trabalho de Becker (2019), mostrando que a utilização da impressão 3D no ensino de Física possibilita um melhor entendimento do conteúdo e desenvolvimento cognitivo, pois a Ciência é um processo de representação do mundo e a utilização da impressão 3D como ferramenta representativa do método de transposição didática, se torna uma possibilidade real em sala de aula.

Sobre a oitava questão, ela buscou a identificar se a utilização de peças de impressões 3D, como um recurso de ensino de aprendizagem para os alunos, contribui para a melhor compreensão dos conteúdos comparado as aulas tradicionais utilizando somente a lousa. A figura 22 revela que 94,4% a grande maioria dos alunos responderam que o recurso é legal e ajudou demais na aprendizagem, enquanto 5,6% não acharam nada demais, nem ajudou e nem atrapalhou.

Comparando com a forma que normalmente você aprende Física em sala de aula, como você classifica a atividade envolvendo as peças impressas 3D?  
36 respostas



**Figura 22:** Gráfico mostrando a opinião dos alunos sobre as atividades com as peças de impressão 3D.

O objetivo dessa pergunta foi o de investigar a relação entre os conteúdos trabalhados e a utilização dos modelos em 3D na aprendizagem dos alunos. Os resultados mostraram ser muito promissor o uso das impressões 3D para promover uma aprendizagem mais significativa em sala de aula, com um grande reconhecimento por parte dos alunos.

Sobre a nona questão, ela foi uma questão em aberto para que os alunos dessem suas respectivas opiniões a respeito da atividade e das peças 3D. Na sequência, destacamos algumas das respostas dos alunos. Essas respostas foram copiadas exatamente como os alunos responderam no questionário.

#### Alunos da 1ª série A:

"Podendo ser impressa qualquer modelagem feita no computador facilita o aprendizado com a versatilidade para o uso em diversas aplicações". (Aluno 1A);

"Colocar em prática a teoria que vemos nos livros, para termos certa noção do que acontece de verdade". (Aluno 2A); "Ajudam mostrando os conteúdos na prática de maneira lúdica e divertida". (Aluno 3A);

"Acredito que com as peças 3D nos conseguimos ver realmente na prática os conteúdos estudados, além da aula ser mais interessante". (Aluno 4A);

"Esse mecanismo ajuda a criar um cenário de como a física se aplica na realidade, embora não seja com precisão, já ajuda a monitorar um conhecimento fora do caderno". (Aluno 5A);

"Ajuda muito, pois nos mostra na prática como são os movimentos, colisões etc, além de ser muito legal."(Aluno 6A);

"(...) é melhor de entender, e ajuda a prestar atenção". (Aluno 7A);

"(...) gosto de ter representações físicas dos elementos para poder entender melhor os desenhos e as contas, além disso, deixa tudo mais interessante"(Aluno 8A);

"(...) com as peças 3d nós conseguimos visualizar melhor os conceitos físicos, se torna mais "real", "palpável"o aprendizado". (Aluno 9A);

"É mais fácil para compreender, no nosso imaginário é diferente da vida real, quando o professor passa o conteúdo no quadro penso uma coisa, quando vejo na minha frente é diferente e mais fácil de entender, além de ser mais dinâmico e divertido, o único problema é que às vezes é meio difícil de ver, já que há diferentes ângulos, talvez se fossemos mais perto para enxergar seria melhor. Mas sobretudo gosto da iniciativa e aprecio sua vontade de fazer os alunos entenderem o conteúdo."(Aluno 10A).

#### **Alunos da 1ª série B:**

O melhor entendimento de questões que são mais práticas". (Aluno 1B);

"(...) traz o ensino para uma dimensão prática, quando se pode tocar e ver é mais fácil de entender". (Aluno 2B);

"Pode ajudar para ampliar o entendimento do conteúdo". (Aluno 3B);

"Muito vantajoso, pois conseguimos observar como se fosse realidade". (Aluno 4B);

"É uma forma relativamente fácil de adquirir recursos para uma aula mais prática e é muito interessante visualmente para facilitar o entendimento do conteúdo". (Aluno 5B);

"A impressão 3D permite a produção de peças complexas, muitas das quais não podem ser produzidas por outros métodos de fabricação. Nesse caso, muito do que já foi aprendido durante o ano, se tivesse sido explicado somente por meio de esquemas e vídeos complexos, e não de uma maneira simples como foi com as peças 3D, poderia sim ter dificultado nosso entendimento da teoria."(Aluno 6B).

De acordo com as declarações dos alunos, foi possível analisar e refletir sobre a impressão 3D como um recurso de ensino importante para se utilizar em sala de aula. Pensando nas mudanças que a escola precisa passar para que o conhecimento seja mais aproveitado pelos alunos, como proporcionar um ensino que desperte o interesse dos alunos em aprender e não encarar a escola como sendo algo "chato", fica exposto por alguns alunos essa necessidade, como por exemplo: "*Ajudam mostrando os conteúdos na prática de maneira lúdica e divertida*"(Aluno 3A) e "*(...) gosto de ter representações físicas dos elementos para poder entender melhor os desenhos e as contas, além disso, deixa tudo mais interessante*"(Aluno 8A).

É necessário que a aprendizagem se torne ativa para os alunos e que ela possa trazer uma vivência na prática e não somente no imaginário. Os próprios alunos mostraram isso em algumas respostas, como por exemplo: *"(...) com as peças 3d nós conseguimos visualizar melhor os conceitos físicos, se torna mais "real", "palpável" o aprendizado"*(Aluno 9A) e *"Esse mecanismo ajuda a criar um cenário de como a física se aplica na realidade, embora não seja com precisão, já ajuda a monitorar um conhecimento fora do caderno"*(Aluno 5A). Isso corrobora com Moreira (2021) a respeito de como ensinar e aprender Física, mostrando que isto envolve conceitos e conceitualização, modelos e modelagem, atividades experimentais, competências científicas, situações que façam sentido, aprendizagem significativa, dialogicidade e criticidade.

Uma observação bastante interessante a respeito do desenvolvimento de atividades experimentais na escola foi a do aluno que disse: *"É uma forma relativamente fácil de adquirir recursos para uma aula mais prática e é muito interessante visualmente para facilitar o entendimento do conteúdo"*(Aluno 5B). Esse aluno aponta que é possível encontrar possibilidades para desenvolver aulas práticas que tragam uma experiência e vivência para o aluno, sem precisar de materiais de altos custos ou de espaço próprio para o desenvolvimento de atividades experimentais, como apontado por Borges (2002), destacando a importância que o professor esteja atento para as possibilidades de inserir os discentes em contextos experimentais, mesmo que a escola não ofereça um espaço próprio, utilizando de materiais de baixo custo, como uma alternativa para a condução desta prática na disciplina de Física.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer da aplicação das atividades com os conjuntos de peças produzidas pela Impressão 3D, as peças foram usadas como ferramentas condutoras para a contextualização dos conteúdos. Observamos que os alunos tiveram uma participação e atenção maiores e apresentaram um maior interesse nas aulas, o que por si só já é um resultado que consideramos positivo. Com isso, foi possível materializar os fenômenos do mundo real em algo que eles conseguissem ver, tocar e manipular, assim, lembrando Silva e Vicker (2016), indicando como as peças produzidas pela Impressão 3D podem ser utilizadas como recurso para ajudar os alunos visualizarem e construir significados.

A partir dos resultados obtidos, observamos que a tecnologia de impressão 3D se apresentou como um recurso de ensino viável para o aprendizado dos conteúdos de forma ativa, podendo ser visto com potencial pedagógico porque permite uma dinâmica maior nas aulas, podendo despertar o interesse dos alunos e permitindo inserir um contexto de aulas práticas, com isso, corroboramos os trabalhos de PARANÁ (2018), Toledo (2019), Pinho (2021) e Sena (2022), indicando o potencial da Impressão 3D como recurso para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Como o uso da Impressão 3D na educação é fenômeno recente, ainda há muito o que se pesquisar sobre as várias possibilidades sobre como trabalhar com a impressão 3D nas aulas de Física (não só de Física na verdade), por isso é importante entender e aprender sobre os benefícios que a torna mais uma potencial ferramenta para os professores utilizarem na sala de aula, assim como também as suas limitações.

Apesar deste trabalho representar somente uma pequena amostra dado o grupo limitado de alunos que participaram das atividades propostas, ele apresenta resultados que indicam

que é possível promover aulas mais criativas e dinâmicas usando as peças impressas, especialmente por poderem ser peças específicas de acordo com as necessidades dos professores<sup>6</sup>, para assim contribuir no processo de ensino-aprendizagem, permitindo que os alunos sejam protagonistas no seu entendimento e na compreensão dos conteúdos.

**Editora Responsável:** Maria de Fátima da Silva Verdeaux

---

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. C. D. *Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de Instrumentos Didáticos para o ensino de Ciências*. f. 226. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

ALCARÁ, A. R.; GUIMARÃES, S. E. R. A instrumentalidade como uma estratégia motivacional. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRABPEE)*, v. 11, n. 1, p. 165-178, 2007.

ASSIS, M. A. P. *Impressão 3D, modelos de negócios e os novos cenários para a propriedade intelectual*. f. 128. Dissertação (Mestrado Profissional) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

BASNIAK, M. I.; LIZIERO, A. R. A impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso. *Revista Observatório*, v. 3, n. 4, p. 445-466, 2017.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

KOTZ, A.; KOVATLI, M.; LOCATELLI, E. Possibilidades de Uso da Impressora 3D em Projetos de Sala de Aula. *In: Workshop de Informática na Escola, 25.*, 2019, Brasília. Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 1109-1113, 2019.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, supl. 1, p. 18, 2021.

NESI, E. R.; CANOLA, K. M.; MARQUEZIN, V. A. N.; OLIVEIRA, E. C. S.; MARTINES, L.; MAGRON, A. A.; VIEIRA, T. F.; BATISTA, M. C. Perspectivas e desafios atuais no ensino de física. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 2, p. 17285-17298, 2021.

---

<sup>6</sup>Caso o professor não saiba fazer a modelagem 3D do que ele tem necessidade, dependerá dele encontrar modelos gratuitos nos portais de distribuição de modelos 3D tais como o Thingiverse, MakerWorld, Printables, MyMiniFactory, Thangs, Cults 3D dentre outros. Apesar disso, existem muitos modelos 3D disponíveis específicos da área da Física ou mesmo contratar um modelador para desenvolver algo específico de acordo com a sua necessidade.

NETO, A. F.; LOUBET, S. S.; ALBUQUERQUE, L. M. O uso da impressora 3D no processo de ensino e aprendizagem. *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco*, v. 10, n. 2, 2019.

PARANÁ. Impressão 3D: imaginar, planejar e materializar. Secretaria de Estado da Educação do Paraná - Superintendência da Educação Departamento de Políticas e Tecnologias Educacionais, 2018. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/seed\\_lab/caderno\\_impresao\\_3d.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/seed_lab/caderno_impresao_3d.pdf)>

PINHO, F. V. A. A utilização da impressão 3D na educação de alunos portadores de deficiência visual. *In: CONEDU, VII, 2021, Campina Grande. Anais. v. 2. Campina Grande: Realize Editora, p. 506-519, 2021.*

RODRIGUES, T. F. F.; OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, J. A. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. *Revista Prisma*, v. 2, n. 1, p. 154-174, 2021.

SANTOS, J. T. G.; ANDRADE, A. F. Impressão 3D como recurso para o desenvolvimento de material didático: associando a cultura maker à resolução de problemas. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 18, n. 1, 2020.

SENA, I. B. *Utilizando a manufatura aditiva como recurso de apoio dentro da sala de aula: uma aplicação no curso técnico de agropecuária*. f. 29. TCC (Tecnólogo em Sistemas para Internet) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Salgueiro, 2022.

SILVA, A. F.; FERREIRA, J. H.; VIEIRA, C. A. O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. *Revista Exitus*, v. 7, n. 2, p. 283-304, 2017.

SILVA, K. C. R.; VICTER, E. F. O uso de materiais didáticos no processo de ensino-aprendizagem. *In: Encontro Nacional de Educação Matemática, XII, 2016, São Paulo. Anais. Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades, 2016.*

TOLEDO, K. C. O uso da impressora 3D na construção de geometrias moleculares como uma proposta didática no ensino de química, adaptado para pessoas com deficiência visual. *In: CONEDU, VI, 2019, Campina Grande. Anais. Campina Grande: Realize Editora, 2019.*

---

## ANEXO: LINKS PARA BAIXAR OS MODELOS 3D

### Máquina de Atwood:

- 2 bloquinhos sólidos, de impressão 3D: Os cubos podem ser criados diretamente nos softwares fatiadores colocando no projeto a forma cubo ou sendo improvisado quaisquer objetos.
- 1 polia fixa com gancho: [Clique aqui](#)
- 1 suporte com polia fixa na extremidade de impressão 3D: No kit de peças: [clique aqui](#). Para imprimir as peças: [Track\\_connector\\_elevated\\_angle\\_V2](#), [Track\\_connector\\_purley](#) (essa deve ser colada em cima da peça [Track\\_connector\\_elevated\\_angle\\_V2](#) e precisará de um rolamento 608 do tamanho 8mm x 22mm x 7mm que será encaixado nessa peça) e [Pulley\\_guide](#) (essa deverá ser encaixada na parte externa do rolamento).
- 1 prendedor de mesa, de impressão 3D: [Clique aqui](#)

### Colisões:

- Pista unidimensional: [Clique aqui](#) (imprimir 4 ou 5 vezes a peça "Long").
- Carrinhos: [Clique aqui](#) (imprimir 2 vezes o modelo [Mini\\_hotrod\\_voyager](#)). Para cada carrinho, serão necessários 4 rolamentos 608 do tamanho *8mmx22mmx7mm*. Esses carrinhos podem ser substituídos pelos carrinhos conhecidos como Hot Wheels.
- Encaixes para o velcro: [Clique aqui](#) (imprimir 1 para cada carrinho o modelo [Bumper\\_velcro](#))

### Conservação de Energia Mecânica:

- Pista: [Clique aqui](#)