



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**

ARLY GÁUTAMA RODRIGUES E SILVA

GUIA DIDÁTICO

**USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO MÉDIO:
UMA PROPOSTA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO
CONCEITO DE INÉRCIA**

Seropédica, RJ

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**

**USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO MÉDIO:
UMA PROPOSTA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO
CONCEITO DE INÉRCIA**

ARLY GÁUTAMA RODRIGUES E SILVA

Sob Orientação da Professora Doutora
Sílvia Moreira Goulart

Guia Didático apresentado ao Programa
de Pós graduação em Educação em
Ciências e em Matemática.

Seropédica, RJ

2023

PRODUÇÃO DIDÁTICO PEDAGÓGICO

Título da Atividade Proposta	Uso de simulações computacionais no ensino médio: uma proposta para aprendizagem significativa do conceito de inércia
Autor da Atividade	Arly Gáutama Rodrigues e Silva
Área do Conhecimento	Física
Professor Orientador	Sílvia Moreira Goulart
Instituição de Ensino Superior	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Resumo	O Guia Didático terá como tema o uso de simulações computacionais no ensino médio. O conteúdo abordado possibilita a aprendizagem significativa do conceito de inércia
Palavras Chave	Ensino Médio; Ensino de Física; Simulação Computacional; Inércia.

1- APRESENTAÇÃO

O enfoque predominantemente informativo de pesquisas em Ensino de Física na década de 1960- 1970 (QUEIROZ, 2016), priorizou as dificuldades apresentadas pelos alunos, e as propostas de recursos pedagógicos, que ao incorporar os resultados das pesquisas, ofereceram contribuição ao processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, em uma abordagem crítica do processo de ensino e aprendizagem, no sentido apresentado por Freire (1987), para promover uma aprendizagem realmente libertadora torna-se necessário que esses recursos instrucionais sejam potencialmente significativos, como afirmou Moreira (2012).

O presente trabalho investiga o uso de simulações computacionais como um recurso auxiliar à aprendizagem significativa de Física, em particular, como material potencialmente significativo para o estudo do conceito de Inércia.

2 – OBJETIVOS

2.1 - OBJETIVO GERAL

Identificar uma SC mais apropriada ao processo de aprendizagem significativa de estudantes do Ensino Médio sobre o conceito de inércia.

2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar as características pedagógicas e técnicas desejáveis de uma SC;
- Selecionar uma SC da área de Física, que atenda às características pedagógicas e técnicas desejáveis de uma SC, e que possibilite o aprendizado de Inércia;
- Verificar o relacionamento das características da SC selecionada com as competências a serem desenvolvidas pelos alunos do Ensino Médio;
- Verificar, através da Taxonomia de Bloom, a qual nível de desenvolvimento cognitivo a SC pode ser utilizada;

3 – O GUIA DIDÁTICO

O Guia Didático apresentado neste trabalho foi o produto educacional desenvolvido com o objetivo de auxiliar professores no ensino dos conceitos básicos de dinâmica, particularmente de inércia.

Trata-se de um recurso educacional fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa, e traz informações sobre como selecionar uma simulação computacional (SC) que favoreça o aprendizado significativo dos alunos do Ensino Médio. Contém o passo a passo para que o docente possa selecionar um repositório de SCs, e uma SC adequada ao conteúdo que pretende lecionar. Assim como exemplifica a utilização de uma SC no ensino de inércia.

A seleção da SC foi direcionada para aquelas que possibilitassem aos alunos melhor compreensão do conceito de inércia, pois muitos têm dificuldades de entender este fenômeno físico. Foram elencados critérios técnicos e pedagógicos necessários para que uma SC seja considerada um Objeto de Aprendizagem (OA), e pesquisou-se qual o repositório de SCs seria mais adequado para o tema proposto neste trabalho.

Este Guia Didático apresenta um formulário que possibilita ao professor avaliar a simulação, antes de utilizá-la em sala de aula, pois é uma ferramenta que permite verificar se a SC é adequada ao estudo do tema a ser proposto aos alunos.

3.1 - CONCEPÇÕES PRÉVIAS SOBRE INÉRCIA

Percebe-se que os estudantes trazem consigo diversas concepções prévias relacionadas ao conceito de inércia. Essas concepções são convicções, firmemente enraizadas em suas observações cotidianas. Muitas delas não apresentam fundamentação científica, e dificultam a compreensão do fenômeno.

Para colaborar com o trabalho dos professores, elencamos concepções prévias que foram verificadas em estudantes por alguns pesquisadores brasileiros, a saber, Pacca (1991); Valadares (1995); Monteiro (2014); Santos (2016); e Neves & Savi (2000). Cabe ressaltar o caráter comum das concepções prévias de alunos que pertencem à mesma cultura. Assim, provavelmente, outros estudantes brasileiros, em outras cidades, desenvolvem concepções prévias muito semelhantes a essas, encontradas pelos pesquisadores:

i) Necessidade da atuação de uma força para que um corpo esteja em movimento;

ii) Necessidade de uma força constante para que um corpo esteja em velocidade constante;

iii) O valor da velocidade de um corpo ser proporcional à intensidade da força que nele esteja atuando;

iv) Na ausência de forças atuando em um corpo, estará em repouso ou tende a parar;

v) Um corpo que estava em movimento e parou, o fez porque armazenou a força que nele estava atuando;

Estas concepções prévias dos alunos muitas vezes dificultam a construção do conhecimento. Podendo ter influência direta no processo de ensino aprendizagem dos estudantes, reduzindo o rendimento escolar.

É de suma importância, para os docentes, conhecer as concepções e as dificuldades de seus educandos, para que consigam mediar o processo de reconstrução do conhecimento pelos alunos, e orientá-los na aprendizagem significativa da perspectiva científica aceita atualmente.

3.2 - APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO

Nesta seção será realizada uma sugestão de como utilizar a SC em sala de aula com o objetivo de motivar professores do Ensino Médio a aplicarem a simulação computacional selecionada. Através de atividades relacionadas ao ensino de dinâmica, em especial inércia, pretende-se que a SC possa auxiliar os alunos na aprendizagem significativa deste assunto.

A proposta de aplicação é fundamentada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov (2014), sendo dividida em: **Problematização inicial**, **Organização do conhecimento**, e **Aplicação do conhecimento**.

Para Delizoicov (2014), Problematização inicial é a etapa na qual o professor deve despertar a curiosidade dos estudantes, utilizando questões ligadas ao seu cotidiano; Organização do conhecimento é a fase na qual é formulado o problema físico-matemático, e os conceitos científicos são explicados; Aplicação do conhecimento é o momento em que é observado se o estudante apropriou do conhecimento, por meio da solução de problemas.

3.3 - ATIVIDADES

3.3.1 Problematização inicial

Em uma primeira abordagem, durante **uma aula (45 min)**, pode-se abordar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Dinâmica, e levá-los a refletir sobre o conhecimento científico que será apresentado. Buscando motivar os alunos ao estudo do tema pode-se apresentar vídeos disponíveis na internet sobre o assunto, e realizar um debate em sala de aula.

Vídeos mostrando acidentes de trânsito nos quais os ocupantes dos veículos não estavam utilizando cinto de segurança, podem atrair a atenção dos alunos, pois muitas vezes apresentam situações vivenciadas em seus cotidianos. O material instrucional também pode ser utilizado como organizador prévio (Moreira, 2016) referente ao ensino de força e inércia. Cita-se como exemplos os vídeos:

- Acidente de Carro (Ferreira, 2006), disponível em:

www.youtube.com/watch?v=f3FEw8k0mE4&feature=player_embedded

- Acidente com ônibus escolar (Muthukrishna, 2006), disponível em:

www.youtube.com/watch?v=P5OoWQaWeRs

Após os vídeos, pode-se realizar um debate sobre o tema, com questionamentos como os que seguem:

- Quais fatores fazem que um corpo, estando em repouso, inicie movimento?

- Quais fatores fazem com que um corpo em movimento, continue se deslocando?

- Quais fatores fazem com que um corpo que esteja em movimento, pare?

Importante relacionar esses questionamentos com as situações de acidentes mostrados nos vídeos, promovendo uma reflexão sobre o movimento dos corpos das pessoas em confronto com o que ocorre com o carro. Deve-se discutir o tema com estudantes, levando-os a terem dúvidas ao confrontarem suas ideias prévias com o conhecimento científico. Deve-se ainda demonstrar que as situações apresentadas nos vídeos estão relacionadas à ação de diferentes forças que atuam sobre os corpos.

3.3.2 Organização do Conhecimento

Nesta etapa, a ser desenvolvida em **uma aula (45 min)**, deve-se levar o aluno a refletir sobre o conceito de inércia como uma tendência natural de um objeto a permanecer no estado de movimento que se encontra, desde que nenhuma força seja aplicada nele ou a resultante de forças que sejam aplicadas seja igual a zero.

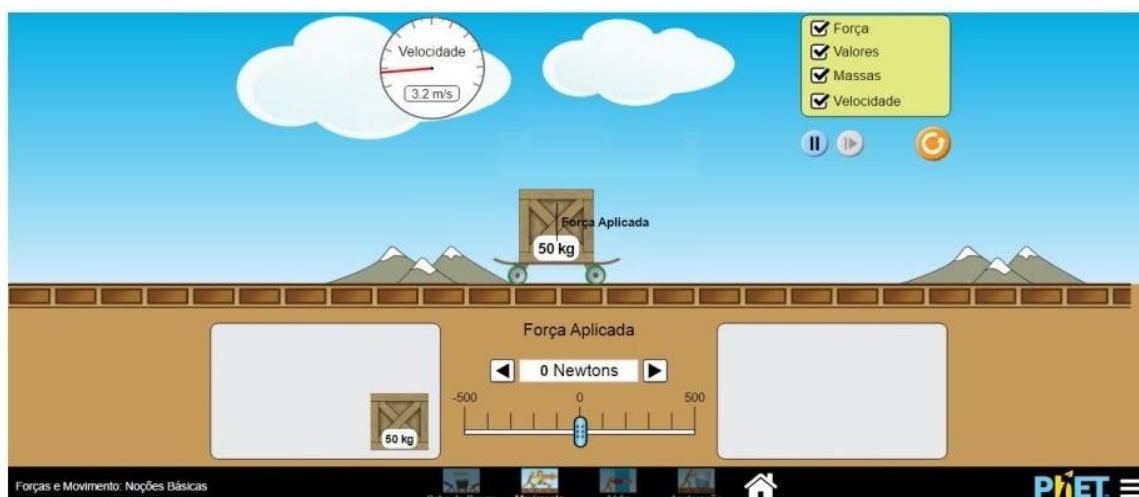
Deve-se buscar que o estudante reflita sobre as ideias prévias que tem do tema e o conhecimento científico que gradativamente é apresentado. É proposto ao professor a utilização de simulações para mostrar aos alunos as concepções sobre o tema, dialogando e debatendo o assunto.

Pode-se utilizar uma das simulações computacionais disponibilizadas na plataforma PhET, https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/forces-and-motion-basics, e por meio de uma simplificação do primeiro princípio da dinâmica, ao se desconsiderar a força de atrito, pode-se mostrar que um conjunto formado por uma caixa sobre um Skate, uma vez colocado em movimento, permanecerá em movimento.

A figura 07 a seguir é um recorte da tela do PhET, em que se pode selecionar, na parte superior direita: força, valores, massas e velocidade. Logo após, com o *mouse*, pode-se mover o botão azul localizado na parte inferior, ao centro, botão que faz aumentar a força aplicada na caixa, até que atinja 40N. Uma vez atingido esse módulo, a força não deverá ser aumentada, permanecendo constante até que a velocidade do conjunto atinja 3,2 m/s.

Após o conjunto atingir esta velocidade, o botão azul deve ser liberado e, automaticamente, a força deixará de ser aplicada, sendo seu módulo zerado. A partir desse momento, o conjunto continuará se deslocando com velocidade constante de 3,2m/s. A figura 07 mostra o carrinho com velocidade constante sem a aplicação de força.

Figura 07: Velocidade constante: 3,2m/s



Fonte: <https://phet.colorado.edu>

Como variação da atividade, pode-se solicitar que seja realizada em duplas. Dessa maneira, um dos alunos poderá manipular a simulação, enquanto o outro, com um cronômetro, pode fazer a medição do tempo necessário para o conjunto atingir 3,2 m/s. De acordo com os dados apresentados, esse tempo deverá ser de aproximadamente 04 segundos.

Na etapa seguinte, **Aplicação do Conhecimento**, pode-se utilizar a simulação computacional como recurso pedagógico para auxiliar os alunos na solução de problemas, alguns deles encontrados em seus cotidianos.

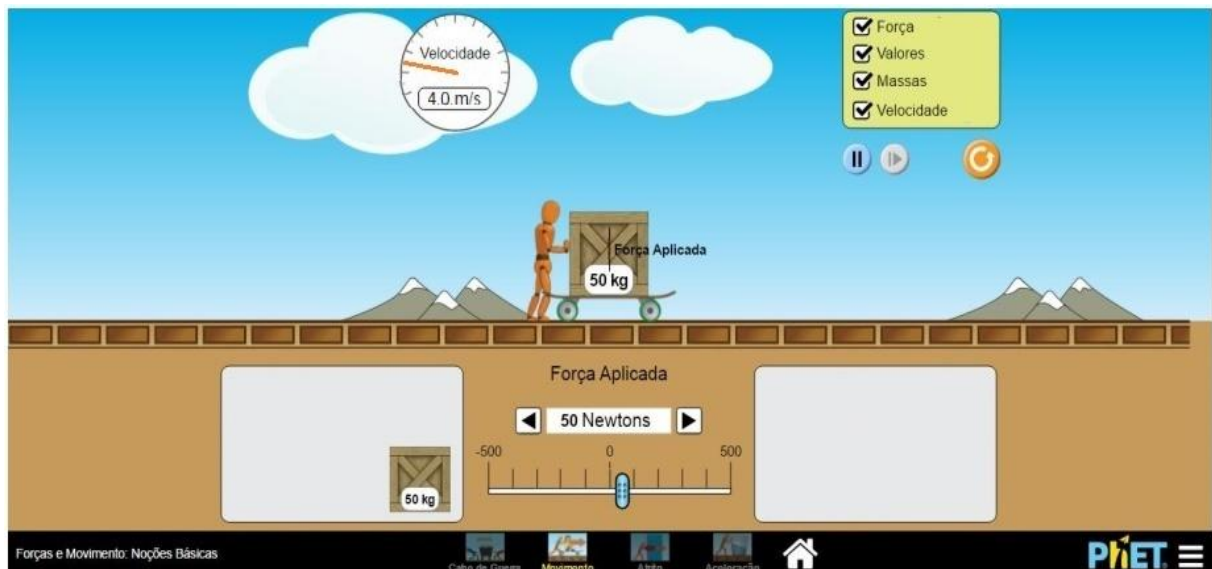
3.3.3 Aplicação do Conhecimento

Nesta etapa, a ser desenvolvida em **duas aulas (1h 30 min)**, deve-se observar se o aluno apropriou-se do conhecimento por meio da resolução de problemas. O professor deve resolver problemas em sala de aula, primeiramente como exemplos de aplicação, com o auxílio de uma simulação computacional.

Por exemplo, pode-se solicitar que os alunos interpretem o problema a seguir, façam a resolução de maneira algébrica, por meio da utilização de fórmulas, e posteriormente utilizem a simulação para a conferência dos resultados e a visualização do movimento. Problema 1: Aplica-se uma força de 50N durante 4 segundos em uma caixa de massa 50 kg sobre um skate. Após esse intervalo de tempo, qual a velocidade da caixa, desconsiderando-se o atrito entre o skate e o piso? Essa velocidade permanecerá constante, caso a força deixe de ser aplicada?

Utilizando-se as fórmulas $F = m \cdot a$ (onde F =Força, m =massa, e a =aceleração) e $V = V_0 + a \cdot t$ (onde V =Velocidade Final, V_0 =Velocidade Inicial, t =intervalo de tempo), chega-se ao resultado de **4m/s** e verifica-se que a velocidade permanecerá constante. Após os cálculos, os alunos devem inserir os dados do problema 1 ($F=50\text{N}$, $m=50\text{kg}$, $t=5\text{s}$) na simulação e encontrar o resultado visualizado na figura 08 a seguir.

Figura 08: Velocidade constante: 4m/s



Fonte: <https://phet.colorado.edu>

Após a realização do primeiro problema, deve-se solicitar aos alunos que realizem outro. Problema 2: Aplica-se uma força de 50N durante 4 segundos em uma caixa de massa 100 kg sobre um skate. Após esse intervalo de tempo, qual a velocidade da caixa, desconsiderando-se o atrito entre o skate e o piso? Essa velocidade permanecerá constante, caso a força deixe de ser aplicada?

Novamente, utilizando-se as fórmulas $F = m \cdot a$ (onde F =Força, m =massa e a =aceleração) e $V = V_0 + a \cdot t$ (onde V =Velocidade Final, V_0 =Velocidade Inicial, t =intervalo de tempo), chega-se ao resultado de **2m/s** e verifica-se que a velocidade permanecerá constante. Após os cálculos, os alunos devem inserir os dados do problema 2 ($F=50\text{N}$, $m=100\text{kg}$, $t=4\text{s}$) na simulação, e encontrar o resultado visualizado na figura 09 a seguir.

Figura 09: Velocidade: 2m/s



Fonte: <https://phet.colorado.edu>

Deve-se provocar reflexão nos alunos sobre os resultados obtidos e sobre as visualizações apresentadas pela simulação. Em particular, sobre a diminuição da velocidade quando foi aumentada a massa, e a velocidade permanecer constante, após os 4 segundos de atuação da Força.

3.3.4 Sugestão de Avaliações

Na busca por verificar se o aluno compreendeu o tema inércia, podem-se estabelecer comparações entre as situações apresentadas na simulação e as transcritas em uma avaliação. Caso os enunciados das questões possibilitem aos alunos que os questionamentos sejam visualizados nas simulações, poderá ser algo motivador ao aprendizado.

Podem-se ainda realizar mudanças nos exemplos apresentados e discutidos em sala de aula e as questões das avaliações. Cita-se elaborar uma questão com aceleração negativa, como a apresentada a seguir. Uma caixa de 100kg é colocada sobre um skate e aplica-se uma força negativa de módulo 50N durante 4 segundos. Após esse intervalo de tempo, qual a velocidade da caixa, desconsiderando-se o atrito entre o skate e o piso?

Utilizando-se as fórmulas $F = m \cdot a$ (onde F=Força, m=massa, e a=aceleração) e $V = V_0 + a \cdot t$ (onde V=Velocidade Final, V_0 =Velocidade Inicial, t=intervalo de tempo), chega-se ao resultado de uma velocidade negativa de módulo igual a **2m/s**.

Após a avaliação, pode-se solicitar aos alunos que inseriram os dados (F= - 50N, m=100kg, t=4s) na simulação. Visualizarão que o conjunto (caixa e skate) terá deslocamento da direita para esquerda.

3.3.5 Fenômenos sobre Inércia

Durante as aulas, sugerem-se outros fenômenos que podem ser discutidos com os alunos, com a utilização de simulações computacionais, e que pela experiência de alguns professores de Física são fontes de motivação para o estudo da inércia. Cita-se:

a. A experiência do balde de Newton:

Consiste em girar um balde suspenso por uma corda até a corda ficar bastante torcida e então encher o balde com água e soltá-lo. Nota-se que, enquanto a corda se desenrola, a superfície da água, que de início era plana, vai ficando curva. Isaac Newton descreve a experiência em sua obra *Philosophia e Naturalis Principia Mathematica*.

b. A experiência da moeda:

Consiste em colocar um pedaço de cartolina sobre um copo e uma moeda sobre o pedaço de cartolina. Ao se puxar rapidamente o pedaço de cartolina, a moeda, por inércia, tenderá a continuar parada e cairá dentro do copo.

c. A experiência da máquina de lavar roupa:

As máquinas de lavar, que secam roupas por centrifugação, possuem em seu interior um cilindro metálico cheio de furos. Quando o motor da máquina faz o cilindro girar em alta rotação, a água que está na roupa, por inércia, sai pela tangente através dos furos.

d. A experiência da descida em uma Montanha Russa:

Em um parque de diversões, no brinquedo conhecido como Montanha Russa, pode ocorrer um "frio na barriga" nas descidas que o carrinho realiza. Isto ocorre porque são descidas rápidas e, como os órgãos internos do abdômen estão soltos, tendem a permanecer em repouso, dessa forma comprimindo a parte superior do abdômen.

4. CONCLUSÃO DO AUTOR

Este trabalho buscou identificar algumas Simulações Computacionais submetê-las a uma avaliação que possa favorecer aos alunos do Ensino Médio situações de aprendizagem sobre o conceito de inércia. A pesquisa foi direcionada para a elaboração de um formulário de avaliação de SCs por meio do qual o professor pode selecionar aquela mais adequada ao processo de ensino-aprendizagem. Ressalta-se que o formulário proposto possibilita que o docente selecione a SC antes de aplicá-la em sala de aula, oferecendo uma oportunidade de melhor preparação do conteúdo a ser lecionado.

Nesse sentido, buscou-se contextualizar a pesquisa por meio de uma investigação da evolução do ensino de Física no Brasil. Dessa forma, constatou-se que a Física tornou-se uma disciplina que representa para o estudante, na maior parte das vezes, algo muito difícil de se compreender, muitas vezes baseada na memorização de fórmulas e na aplicação em problemas abstratos, sem conexão com o cotidiano dos alunos.

A utilização de Simulações Computacionais, aliada à Teoria da Aprendizagem Significativa, pode representar uma possibilidade para modificar a realidade supracitada. Em particular de conceitos, como o de inércia, que trazem consigo elevado grau de abstração, além do que, normalmente, os alunos possuem conhecimentos prévios equivocados, sem fundamentação científica.

Dessa maneira, professores da área de Física que se interessem pelo assunto poderão sentir-se estimulados a promover uma aprendizagem significativa, visto que esta pesquisa apresentou a Teoria de David Ausubel como ferramenta que pode minimizar as dificuldades de aprendizagem geradas por um ensino tradicional, no qual o professor, geralmente, é detentor do conhecimento em detrimento de uma participação ativa dos estudantes em sala de aula.

As simulações apresentadas procuram reduzir as dificuldades relacionadas com a representação dos fenômenos físicos em sala de aula. Espera-se que o tema deste estudo seja relevante para professores, possibilitando que consigam despertar nos alunos o interesse pela compreensão dos conceitos da Física, que, na maioria das vezes, não podem ser demonstrados pelos meios tradicionais de ensino, como o quadro e o giz.

Entretanto, a utilização de métodos alternativos de ensino, por si só, não implica em uma melhora significativa do aprendizado. O professor deve perceber se o método de ensino conseguiu ser ou não eficaz para todos os alunos de uma determinada turma e identificar os possíveis alunos que não foram contemplados.

Vale esclarecer que não houve neste trabalho a pretensão de esgotar o tema em estudo, mas de mostrar a importância de se implementar o uso das simulações computacionais no ensino de Física. Cabe ressaltar ainda que, de acordo com as experiências pedagógicas e as leituras para a realização deste trabalho, pode-se afirmar o quanto é importante e necessária a participação do professor como mediador no processo de ensino-aprendizagem. Relatos em artigos da amostra afirmam que a prática de memorização pode causar dificuldade no entendimento de conteúdos ministrados. Por isso, considera-se importante estimular a aprendizagem significativa na aplicação de tarefas didáticas, especificamente no ensino de Física, objeto deste estudo, à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a fim de se evitar uma aprendizagem de conteúdos sem sentido para os educandos.

REFERÊNCIAS

DELIZOICOV, D.; MUENCHEN, C. **Os três momentos pedagógicos e o contexto da produção do livro "Física"**. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014. Disponível: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcSrtHTb9c/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 05 mar. 2023

FERREIRA, Jeferson. **Acidente de Carro**. 2006. (20s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=f3FEw8k0mE4&feature=player_embedded . Acesso em: 06 ago. 2022.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed.. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

MONTEIRO, M. M. **Inércia e Natureza da Ciência no Ensino de Física: uma sequência didática centrada no desenvolvimento histórico do conceito de inércia**. Dissertação Mestrado, 232 fls.. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, UFRN, 2014.

MOREIRA, M. A. **O Que é afinal Aprendizagem Significativa?** Porto Alegre: UFRGS, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf> Acesso em: 23 out. 2020.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moderna, 2016.

MUTHUKRISHNA, Karthikeyan. **Terrific bus accident in Italy**. 2006. (14s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=P5OoWQaWeRs> . Acesso em: 06 ago. 2022.

NEVES, M.C.D. & SAVI, A.A. **A sobrevivência do alternativo: uma pequena digressão sobre mudanças conceituais que não ocorrem no ensino de Física.** In: *Ciência&Educação*, 6, 11, 2000: 11-20

PACCA, J.L.A..O ensino da Lei da Inércia: Dificuldades do Planejamento. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 8, 99, 1991.

QUEIROZ, Maria Neuza Almeida; e HOSOUME, Yassuko. **Ensino de Física no Brasil nas décadas de 1960-1970 na perspectiva dos projetos inovadores PSSC, PEF e FAI.** In: XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – SBF, Natal/RN, 2016.

SANTOS, J. R. S..**Um estudo sobre as concepções alternativas acerca do conceito de inércia no Ensino Médio.** 82 p.. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Física – Licenciatura, Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras/PB, 2016.

VALADARES, J.A.C.S. **Concepções Alternativas no Ensino da Física à Luz da Filosofia da Ciência.** 821 fls. Tese de Doutorado em Ciências da Educação, Universidade Aberta, Lisboa, 1995.