

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
Faculdade de Educação – FaE  
Centro De Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG  
Especialização em Educação em Ciências

PAULO MAURÍCIO COSTA GOMES

**POSSIBILIDADES DO USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE CIÊNCIAS  
POR INVESTIGAÇÃO: um estudo de caso utilizando o simulador de força  
e movimento do PhET**

Belo Horizonte

2025

PAULO MAURÍCIO COSTA GOMES

**POSSIBILIDADES DO USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE CIÊNCIAS  
POR INVESTIGAÇÃO: um estudo de caso utilizando o simulador de força  
e movimento do PhET**

Monografia de especialização  
apresentada à Faculdade de Educação  
da Universidade Federal de Minas  
Gerais, como requisito parcial à obtenção  
do título de Especialista em Educação em  
Ciências.

Orientador: Dr. Thiago Queiroz Costa

Belo Horizonte

2025

G633p  
TCC

Gomes, Paulo Maurício Costa,  
Possibilidades do uso de simuladores no ensino de ciências por  
investigação [manuscrito] : um estudo de caso utilizando o simulador de força e  
movimento do PhET / Paulo Maurício Costa Gomes. - Belo Horizonte , 2025.  
26 f. : enc, il., color.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais,  
Faculdade de Educação.

Orientador: Thiago Queiroz Costa.

Bibliografia: f. 24-25.

Anexos: f. 25-26.

1. Ciências -- Estudo e ensino. 2. Física -- Estudo e ensino. 3. Educação --  
Investigação. 4. Força (Mecânica). 5. Movimento -- Estudo e ensino.

I. Título. II. Costa, Thiago Queiroz. III. Universidade Federal de Minas  
Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 530

**Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)**

Bibliotecária: Raissa Michalsky Martins CRB6 3155/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

**TÍTULO:** POSSIBILIDADES DO USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO O SIMULADOR DE FORÇA E MOVIMENTO DO PHET.

**Nome do Aluno: Paulo Maurício Costa Gomes.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - CECI, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Educação em Ciências.

Aprovada em 09 de julho de 2025, pela banca constituída pelo membros:

Prof. Thiago Queiroz Costa - Orientador / UFMG

Prof. Renato Pontone Junior - Leitor Critico / UFMG

Belo Horizonte, 09 de julho de 2025.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nilma Soares da Silva  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação CECI / FAE / UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Nilma Soares da Silva, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 23/07/2025, às 16:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4405909** e o código CRC **A2D63F41**.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Prof. Dr. Thiago Queiroz Costa pela sua valiosa orientação, ao Prof. Dr. Renato Pontone Junior pela sua leitura crítica do trabalho, a coordenadora Profa. Dra. Nilma Soares da Silva e a todos os professores do Curso de Especialização em Educação em Ciências do CECIMIG/FAE/UFMG pelos aprendizados proporcionados, a tutora Cássia Alessandra Cunha sempre prestativa com suas orientações, aos colegas do polo Sabará e também um especial agradecimento a minha esposa Karen Heloisa Ribeiro Cardoso e ao meu filho João Miguel Cardoso Gomes, pela paciência e minhas ausências, fruto da realização desse trabalho.

## RESUMO

Estudantes geralmente apresentam um baixo interesse pelas disciplinas das Ciências da Natureza, como revelam os dados estagnados de indicadores educacionais nacionais quando comparados a outras nações através do PISA. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel pode se associar a metodologia do Ensino de Ciências por Investigação, através de ferramentas educacionais como mapas mentais e simuladores computacionais de fenômenos naturais, buscando-se resultados melhores na aprendizagem. Este trabalho propõe, através da análise qualitativa e quantitativa de mapas mentais, de respostas em questões em roteiros de práticas e de questionários realizados pelos alunos, apresentar o impacto no processo de ensino-aprendizagem no Ensino da Física, utilizando simuladores computacionais do *PhET*, no estudo da relação entre a força e o movimento dos corpos através da metodologia do Ensino de Ciências por Investigação. Os resultados apontam um crescente engajamento dos alunos nas atividades, um impacto positivo do uso da metodologia didática proposta, porém sugerem também que deva ser aprimorada através de uma investigação do histórico educacional dos estudantes e do redimensionamento do tempo para a realização de parte das atividades.

**Palavras chave:** ensino de ciências por investigação; ensino de física; teoria de aprendizagem significativa; mapa mental; força e movimento; simulador *PhET*.

## ABSTRACT

Students generally show low interest in the Natural Sciences subjects, as evidenced by stagnant national educational indicators when compared to other countries through the PISA assessment. Ausubel's Theory of Meaningful Learning can be associated with the Inquiry-Based Science Teaching methodology through educational tools such as mind maps and computer simulations of natural phenomena, aiming for better learning outcomes. This study proposes, through the qualitative and quantitative analysis of mind maps, student responses to practice guides, and questionnaires, to present the impact on the teaching-learning process in Physics Education using PhET computer simulations to study the relationship between force and the motion of bodies through the Inquiry-Based Science Teaching methodology. The results indicate increasing student engagement in the activities and a positive impact of the proposed teaching methodology. However, they also suggest that improvements are needed through an investigation of students' educational backgrounds and a readjustment of the time allocated for certain activities.

**Keywords:** inquiry-based science teaching; physics education; meaningful learning theory; mind map; force and motion; PhET simulator.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagem da tela de abertura do simulador <i>PHET</i> .....	20
Figura 2 - Imagem de tela de um dos simuladores de “Força e Movimento” do <i>PhET</i> .....	20
Figura 3 - Alunos trabalhando na realização do mapa mental no 1º encontro.....	22
Figura 4 - Alunos na aula prática com o simulador PhET respondendo o roteiro no 2º encontro.....	22
Figura 5 - Mapa mental da aluna A realizado no 1º encontro.....	23
Figura 6 - Mapa mental da aluna A realizado no 3ª encontro.....	23
Figura 7 - Mapa mental do aluno B realizado no 1ª encontro.....	24
Figura 8 - Resposta da 3ª Questão do Roteiro (2º encontro) realizado pelo aluno B..	25
Figura 9 - Resposta da 4ª parte do roteiro (2º encontro) realizado pelo aluno B.....	25
Figura 10 - Mapa mental realizado pelo aluno B no 3º encontro.....	26
Figura 11 - 2ª Questão do questionário.....	29
Figura 12 - 3ª Questão do questionário.....	30
Figura 13 - 4ª Questão do questionário.....	30
Figura 14 - 5ª Questão do questionário.....	30
Figura 15 - Exemplo de mapa conceitual.....	36
Figura 16 - Exemplo de mapa mental.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias observadas nos mapas mentais do 1º encontro.....	27
Tabela 2 - Respostas observadas no 2º encontro.....	27
Tabela 3 - Categorias observadas nos mapas mentais do 3ª encontro.....	28
Tabela 4 – Resumo comparativo.....	31

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	16
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	32
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33
<b>ANEXO</b> .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

Os indicadores educacionais brasileiros, como os divulgados pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), revelam um cenário preocupante no que diz respeito ao aprendizado dos jovens, especialmente nas áreas de Ciências da Natureza. A estagnação nos resultados desde 2009, somada à baixa posição do Brasil em relação a outros países, aponta para a urgência de repensar práticas pedagógicas e metodologias de ensino mais eficazes. No ensino médio, o desinteresse dos alunos por disciplinas como Física, Química e Biologia é um reflexo direto da desconexão entre os conteúdos escolares e a realidade vivida pelos estudantes (Brasil, 2023).

A escola é o espelho do mundo e as exigências do séc. XXI dos novos processos produtivos contextualizados na Indústria 4.0, coloca os educadores diante dos desafios enfrentados no ensino de Ciências da Natureza, especialmente no que diz respeito ao desinteresse dos alunos e à dificuldade na aprendizagem de conceitos abstratos, tornando-se essencial repensar metodologias que promovam uma maior participação e compreensão por parte dos estudantes. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe, para essa área do conhecimento, a adoção de abordagens pedagógicas que favoreçam o letramento científico e o ensino por investigação, orientando as práticas escolares para a construção do pensamento científico por meio da resolução de problemas, da análise de dados e da comunicação de ideias. Essa proposta visa superar o ensino puramente conteudista, promovendo uma aprendizagem ativa, crítica e significativa (Gomes, 2021) (Brasil, 2017) (Hacar; Sodré; Oliveira, 2024).

Nesse contexto, a Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel (1918 – 2008), oferece uma base sólida para apoiar a construção de novos conhecimentos a partir dos saberes prévios dos alunos, os chamados subsunçores. A utilização de experiências do cotidiano como ponto de partida para o ensino de conceitos científicos contribui para tornar os conteúdos escolares mais próximos da realidade dos estudantes. Na opinião dos autores que escrevem este trabalho, associar a teoria de Ausubel ao Ensino de Ciências por Investigação potencializa o processo educativo ao incentivar a autonomia

dos alunos na construção de hipóteses, na análise de informações e na formulação de explicações fundamentadas em evidências (Moreira; Massoni, 2015) (Almeida; Malheiro, 2022).

Considerando ainda as limitações estruturais enfrentadas por muitas escolas brasileiras, como a ausência de laboratórios de ciências bem equipados, os simuladores computacionais de fenômenos físicos surgem como uma alternativa viável para proporcionar experiências investigativas. Ferramentas como o *PhET* permitem simulações interativas que favorecem a exploração de conceitos físicos de maneira dinâmica e acessível. Assim, esta pesquisa propõe o uso de simuladores como uma ferramenta em um contexto de estratégia pedagógica fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa e no Ensino de Ciências por Investigação, com o objetivo de promover um aprendizado mais engajado, contextualizado e compatível com as diretrizes educacionais da BNCC e do Novo Ensino Médio.

Este trabalho possui a seguinte pergunta-problema: Os simuladores como ferramentas de Ensino da Física podem impactar no processo de ensino-aprendizagem se utilizados na metodologia do Ensino de Ciências por Investigação? O objetivo foi estudar o impacto no processo de ensino-aprendizagem no Ensino da Física, utilizando simuladores computacionais do *PhET*, no estudo da relação entre a força e o movimento dos corpos através da metodologia do Ensino de Ciências por Investigação.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Segundo Moreira e Massoni (2015), a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel é uma teoria cognitiva de aprendizagem. Sua teoria surgiu com um questionamento em situações de ensino de como facilitar a aquisição de conhecimentos, com significado. Sua teoria diz que, para que a aprendizagem ocorra com significado, com a internalização de novos conceitos, deve-se utilizar os conhecimentos prévios dos alunos, chamado de subsunçor. O subsunçor seria uma “âncora” entre os dois conhecimentos, no qual através de interações, o novo conhecimento ganha significados e o subsunçor fica mais rico e estável.

Este subsunçor não necessariamente precisa ser um conceito, mas pode ser um modelo, uma crença, uma ideia ou um objeto do cotidiano dos alunos. Para citar um exemplo no ensino de física, um subsunçor poderia ser um passatempo ou uma competição em uma pista de skate ou uma corrida de arranque, em que o professor (a) poderia trabalhar os conceitos que envolvem as Leis de Newton, Impulso ou a Lei da Conservação da Energia.

Outro aspecto da teoria seria a predisposição para aprender, o engajamento e a intencionalidade dos alunos. Inicialmente o tema conduzido pelo professor (a) faz parte do universo dos alunos, afinal o subsunçor encontra-se em seus cotidianos, mas progressivamente os conceitos vão ficando descontextualizados e abstratos. Dessa forma, a teoria além de colocar responsabilidades na mão do facilitador do aprendizado, no caso o professor (a), também traz as responsabilidades ao aprendiz, ao seu desejo de aprender além do que ele (aluno) já sabe (Moreira; Massoni, 2015).

Segundo Zômpero e Laburú (2011), o Ensino de Ciências por Investigação historicamente possui suas origens nos Estados Unidos ainda no séc. XIX, com as ideias progressistas do filósofo e pedagogo americano John Dewey (1859 – 1952) se contrapondo a pedagogia tradicional do também filósofo e pedagogo alemão J. Friedrich Herbart (1776 – 1841). A educação científica em uma perspectiva da investigação em sala de aula foi recomendada por Dewey em seu livro *Logic: The Theory of Inquiry* publicado em 1938. Dewey é considerado um precursor da aprendizagem por projetos e por resolução de problemas. Ainda nos Estados Unidos, nos sécs. XIX e XX, o Ensino por Investigação sofreu mudanças de diretrizes conforme as necessidades políticas, econômicas e sociais, no qual inicialmente voltado para as Ciências da Natureza, passou pela resolução de problemas no campo social e retornando para as Ciências Naturais com o advento da corrida espacial com os soviéticos no final da década de 1950. Segundo Santos e Galletti (2023), com a perda de terreno no protagonismo científico e tecnológico dos EUA e da Inglaterra com lançamento do primeiro satélite artificial pelos soviéticos, estas duas nações foram forçadas a realizarem reformas curriculares no campo das Ciências. No Brasil, estas mudanças curriculares no exterior, também impulsionaram reformas curriculares no Ensino

de Ciências: inicialmente adaptação de material didático do estrangeiro, passando por kits experimentais e estruturas de laboratórios para o Ensino de Ciências e pela Educação Tecnista (anos 50, 60 e 70 do séc. XX), pelas abordagens cognitivas da década de 80 (séc. XX) até a contemporaneidade (séc. XXI) com a perspectiva do letramento científico para formação do cidadão em uma perspectiva da Ciência, Tecnologia, Sociedade e do Ensino de Ciências por Investigação.

O Ensino de Ciências por Investigação é encontrada nas BCNN, mas caminha-se a passos curtos em que, apesar do crescente volume de artigos e livros dos últimos anos, conforme pode ser verificado nos sites de buscas acadêmicos (Google Acadêmico, Scielo e Portal Capes), é pouco aplicado em sala de aula ainda, por motivos diversos, que vão desde a formação deficiente e insegurança do professor, carga horária reduzida para as Ciências da Natureza e uma educação muito conteudista, devido à pressão dos vestibulares do país. (Brasil, 2017) (Hacar; Sodré; Oliveira, 2024).

Mas em que consiste o Ensino de Ciências por Investigação? Qual o conjunto de procedimentos metodológicos adotados pelos pesquisadores e educadores, que caracterizam esta modalidade de ensino? Almeida e Malheiro (2022) dizem que o Ensino por Investigação tem como alicerce a epistemologia das Ciências e os aspectos da natureza da Ciência. Citando Carvalho (2013, 2018), esta metodologia de ensino é definida como:

“[...] como uma forma de ensinar conteúdos científicos a partir de processos investigativos, em que o educador cria condições em sala de aula para os alunos pensarem (considerando a estrutura do conhecimento científico), falarem (evidenciando suas ideias, argumentos e conhecimentos construídos), lerem (compreendendo criticamente o conteúdo lido), e escreverem (mostrando autonomia e clareza as ideias expostas). (Almeida; Malheiro, pg. 74 apud Carvalho, 2013, 2018). ”

Almeida e Malheiro (2022) apontam vantagens cognitivas na abordagem no Ensino por Investigação para os alunos:

- Desenvolvimento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos.
- Aprendem a identificar padrões a partir de dados, propõem explicações com bases em evidências, constroem modelos, realizam previsões e podem rever soluções encontradas.
- Selecionam evidências para justificar uma explicação.
- Empregam informações e fatos para tomadas de decisões.
- Exercitam o processo de comunicação oral e escrita.
- Desenvolvem a interação social para uma aprendizagem coletiva.

Também Almeida e Malheiro (2022), citando diversos autores, apresentam o elemento central que uma sequência de Ensino por Investigação deva ter: um problema instigante capaz de introduzir novos conceitos a partir de saberes já apreendidos pelos alunos – neste ponto a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel pode auxiliar na compreensão do processo de ensino-aprendizagem. A organização da aula com um bom problema é apontada como aquela que dá condições dos alunos de desenvolverem o livre espírito do pensamento, com formulações de hipóteses para sua possível solução, tendo os alunos o protagonismo da construção da linguagem científica adaptada e tendo o professor como um guia no processo.

Na perspectiva do Ensino de Ciência por Investigação, os autores desse trabalho contemplam o uso de simuladores computacionais de fenômenos físicos como ferramentas para trabalhar problemas e desafios de situações que podem ser ou não de experiências cotidianas dos alunos (possíveis subsunçores da Teoria de Aprendizagem Significativa da Ausubel): laboratórios de ensino são caros e a maioria das escolas públicas não os possui ou são precários, portanto simuladores computacionais de fenômenos físicos são úteis para suprir esta deficiência, visto que, geralmente, laboratórios de informática estão presentes nas escolas. Junto a isto, vários autores como De Medeiros Jr. e colaboradores (2024), Lopes e colaboradores (2023) e Neto (2024), têm apontado que os simuladores computacionais trazem impactos positivos no processo ensino-aprendizagem no ensino da física. Os simuladores como o *PhET* são ferramentas (instrumentos pedagógicos) que podem ser abordados

didaticamente de diversas formas, porém, especificamente a proposta dessa pesquisa pretende contribuir na abordagem através do Ensino de Ciências por Investigação, no qual situações problemas serão colocadas aos alunos e o simulador será um auxiliar no processo de elaborações de hipóteses, discussões e conclusões, mediado pelo professor.

### **3 METODOLOGIA**

O objetivo do trabalho foi realizar uma exploração tanto qualitativamente como quantitativamente do impacto no processo de ensino-aprendizagem na disciplina física, utilizando simuladores computacionais do *PhET*, no estudo da relação entre a força e o movimento dos corpos através do Ensino de Ciências por Investigação. Como instrumento de avaliação desse impacto utilizou-se a elaboração de mapas mentais, aula prática com o uso do *PhET* conduzida através de um roteiro e um questionário de sondagem, todos realizados pelos alunos.

Os mapas conceituais e os mapas mentais são ferramentas visuais amplamente utilizadas para organização e representação do conhecimento, embora apresentem diferenças em suas estruturas e propósitos (Anexo, p. 21). Os mapas conceituais, foram desenvolvidos por Novak e Gowin em 1984 (Moreira et al, p. 454, 2007 apud Novak; Gowin, 1984), como uma ferramenta para aplicar os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (Moreira; Massoni, 2015). Essa teoria destaca que o aprendizado ocorre de forma mais eficaz quando novas informações são integradas a conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Nesse contexto, os mapas conceituais se configuram como diagramas que representam visualmente relações entre conceitos, organizados de maneira hierárquica e conectados por palavras de enlace que formam proposições com significado lógico. Os conceitos, que são generalizações de eventos, objetos ou ideias, são geralmente inseridos em formas geométricas e/ou através de ilustrações e dispostos de modo que os mais amplos ocupem níveis superiores e os mais específicos fiquem nos níveis inferiores. Quando bem construídos, esses mapas permitem não apenas a diferenciação progressiva dos conceitos, mas também a reconciliação

integradora — ou seja, a integração de diferentes conceitos de forma significativa e coerente. No entanto, a construção de mapas conceituais exige maior conhecimento técnico e dedicação, podendo ser menos acessível para iniciantes (Moreno et al, 2007).

Por outro lado, os mapas mentais, também conhecidos como mapas de ideias, apresentam uma estrutura mais fluida e criativa, sendo organizados de maneira radial a partir de um conceito central. Utilizam cores, imagens, palavras-chave e ramificações para conectar ideias de forma visualmente atrativa e hierárquica. Essa abordagem favorece a memorização, a associação livre de ideias e a compreensão global dos conteúdos. Além disso, os mapas mentais se mostram extremamente versáteis, sendo aplicáveis em diversas situações, como *brainstorming*, planejamento, organização de informações e apresentações. Embora não sejam tão precisos na representação de relações conceituais complexas, sua facilidade de construção e clareza visual justificam sua escolha neste trabalho como instrumento metodológico principal, especialmente por sua capacidade de facilitar a síntese e retenção de informações de forma dinâmica e acessível (Iorio, 2025).

No campo educacional, os mapas mentais se mostram extremamente versáteis e eficazes. Eles podem ser utilizados por professores como ferramenta pedagógica para introdução de conteúdos, síntese de aprendizados, ou avaliação diagnóstica do conhecimento prévio dos alunos. Quando elaborados pelos próprios estudantes, os mapas tornam-se instrumentos valiosos para acompanhar o processo de ensino-aprendizagem e realizar avaliações formativas tanto individuais quanto coletivas. A construção desses mapas exige atenção a princípios metodológicos, como a coerência lógica entre os conceitos, a clareza das palavras de enlace e algum nível de hierarquização das informações. Além disso, é recomendável que o mapa permita uma leitura em múltiplas direções e inclua relações cruzadas entre conceitos, promovendo uma estrutura em rede que favoreça a interligação de ideias. Aspectos como representatividade dos conteúdos e criatividade estética também são valorizados, tornando o mapa mental não apenas um recurso didático, mas

também uma expressão do entendimento e da reflexão crítica dos alunos sobre os temas abordados.

Assim, considerando os objetivos desse trabalho e a necessidade de uma ferramenta que favoreça a organização e memorização de conteúdos de maneira prática e eficiente, optou-se pelo uso do mapa mental como recurso metodológico, valorizando sua simplicidade, apelo visual e potencial de estimular a criatividade e, também, por continuar sendo um instrumento da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Coleta de dados:

O levantamento bibliográfico do referencial teórico foi realizado em plataformas de busca como o Google Acadêmico, Scielo e Portal Capes, onde buscou-se artigos recentes sobre Ensino de Ciências por Investigação, Teorias de Aprendizagem e de uso de simuladores (mais especificamente *PhET*) no Ensino de Física. O simulador de “Força e Movimento” do *PhET* encontra-se disponível no site [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/forces-and-motion-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/forces-and-motion-basics)

Os mapas mentais e a prática com o simulador foram realizados em três encontros (aulas de 50 minutos cada), ao longo de três semanas consecutivas, em novembro de 2024, em uma escola pública do Estado de Minas Gerais, na região da Grande Belo Horizonte. Participaram, ao todo, 23 alunos do 1º ano regular, divididos em duas turmas do turno vespertino, nos moldes do Novo Ensino Médio. Um dos professores pesquisadores era o regente das turmas, sendo também o responsável pela coleta dos dados brutos e a mediação das atividades. Para a avaliação do processo de ensino-aprendizagem, foram contabilizados apenas os alunos que participaram dos três encontros.

Sobre os encontros:

1º Encontro: foi solicitado aos alunos (em dupla ou trio) que realizassem um mapa mental sobre o assunto “Força e Movimento”, sem consulta a cadernos, livros ou celulares. Que usassem, na elaboração do mapa, o conhecimento “retido” nas aulas expositivas anteriores (Aristóteles x Galileu e Leis de Newton)

ou exemplos e experiências do cotidiano (conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos). Neste primeiro encontro a intervenção ou mediação do professor pesquisador foi mínima, focando apenas em orientações estruturais na construção do mapa mental e, além disso, o professor pesquisador já tinha, lembrando aos alunos que em dois momentos anteriores do ano letivo, realizado dois mapas mentais em sala, em aulas expositivas.

2º Encontro: através de um roteiro elaborado pelo professor pesquisador foi realizado a prática com o simulador *PhET* no laboratório de informática da escola. Foram apresentados duas situações-problemas envolvendo “Força e Movimento” na qual, através de um roteiro de prática de abordagem investigativa, os alunos (em dupla ou trio) testassem relações de causa e efeito com diversas massas e forças. Também neste encontro, as mediações do professor pesquisador foram mínimas, se retendo apenas nas explicações sobre a abertura do *PhET* na internet e instruções gerais sobre o roteiro. Às situações-problemas apresentadas foram:

1ª Situação problema:

Em uma corrida de arranque de 100 m entre um carro popular (1 tonelada) e uma carreta (10 toneladas), supondo que ambos estão sujeitos a mesma força motora, qual dos veículos chega primeiro?

2ª Situação problema:

Duas esferas, a primeira com massa  $M_1 = 10 \text{ Kg}$  e a segunda com  $M_2 = 20 \text{ Kg}$ , são abandonadas simultaneamente da mesma altura. Qual delas chega primeiro ao solo? Despreze a resistência do ar.

Nas Figuras 1 e 2 são mostradas respectivamente as imagens da tela de abertura e a imagem da tela de um dos simuladores de “Força e Movimento” do *PhET*.



Figura 1 – Imagem da tela de abertura do simulador *PhET*.



Figura 2 – Imagem de tela de um dos simuladores de “Força e Movimento” do *PhET*.

3º Encontro: neste encontro, agora mediado pelo professor pesquisador, foram realizadas as discussões dos resultados experimentados e encontrados pelos alunos no 2º encontro, em que novamente às situações-problemas 1 e 2 foram apresentadas. Com as discussões, os alunos, agora de forma individual, elaboraram outro mapa mental apontando suas explicações para às situações-problemas (neste 3º encontro as folhas para a elaboração dos mapas foram entregues pelo professor pesquisador contento textualmente às situações-problemas). Também, neste último encontro, foi aplicado um questionário com escala *Likert*, onde os alunos opinaram sobre as atividades desenvolvidas nos

três encontros, possibilitando também uma sondagem no processo do ensino-aprendizagem (Umcomo, 2017).

Os dados brutos do 1º encontro (mapas mentais) foram analisados qualitativamente e quantitativamente, considerando categorias (conteúdos) como a apresentação ou citações de leis físicas, conceitos e suas relações hierárquicas, palavras de enlace, presença de ilustrações, exemplos numéricos e citações de cientistas e quantificados em frequências relativas. No 2º encontro, na prática com o simulador, quantificou-se percentualmente o quanto os alunos responderam do roteiro (independentemente de estarem corretas ou não) e, especificamente, quantos responderam corretamente a 4ª parte, relativa às situações-problemas apresentadas. Para a análise dos dados do 3º encontro (mapas mentais) foram contabilizados também, em termos frequência relativa, as categorias se os alunos responderam corretamente/parcialmente ou fizeram afirmações equivocadas ou confusas das situações-problemas. E finalmente, para os questionários de sondagens na escala Likert, os resultados foram apresentados em gráficos de barras e também interpretados em uma análise qualitativa (Moreno et al., 2007) (Umcomo, 2017). O roteiro do 2º encontro, o mapa mental e o questionário aplicado no 3º encontro podem ser obtidos por meio do link abaixo:

[https://drive.google.com/drive/folders/1\\_dtM9zw\\_2pxOcdN6Sfe\\_mhe6ESKglxf6?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1_dtM9zw_2pxOcdN6Sfe_mhe6ESKglxf6?usp=sharing)

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A seguir, são apresentados os resultados obtidos da análise qualitativa e quantitativa dos mapas mentais, dos roteiros da prática com o simulador *PhET* e da sondagem do aprendizado, na percepção dos alunos, realizado através dos questionários.

As Figuras 3 e 4 mostram respectivamente, os registros fotográficos dos alunos trabalhando na construção dos mapas mentais no 1º encontro e alunos na aula prática usando o simulador de “Força e Movimento” do *PhET* e fazendo suas observações junto ao roteiro no 2º encontro.



Figura 3 – Alunos trabalhando na realização do mapa mental no 1º encontro.



Figura 4 – Alunos na aula prática com o simulador PhET respondendo o roteiro no 2º encontro.

Nas Figuras de 5 a 10 tem-se uma pequena amostra dos dados brutos no qual foram realizadas as análises. Nas figuras 5 e 6 tem-se respectivamente, o mapa mental da dupla “A” no 1º encontro e o mapa de uma das alunas desse mesmo grupo no 3ª encontro, realizado individualmente. Observam-se categorias como estruturas hierárquicas, nomes de cientistas, representações simbólicas, ilustrações, citação da 2ª Lei de Newton para explicar às situações-problemas apresentadas pelo professor pesquisador. A dupla foi a única a citar a propriedade Inércia. Ressalta-se que a aluna “A” se

encontra no grupo de alunos que não chegaram a responder a 4ª parte do roteiro (2º encontro), como apresentado na Tabela 2 (p. 14).

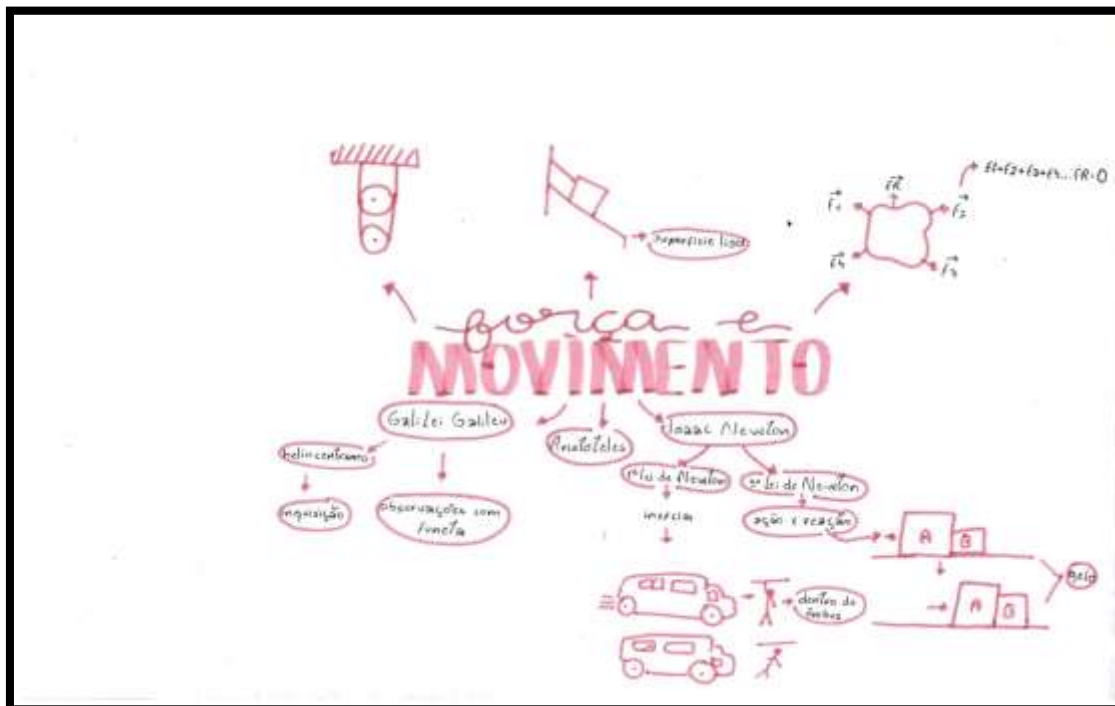


Figura 5 – Mapa mental da aluna A realizado no 1º encontro.

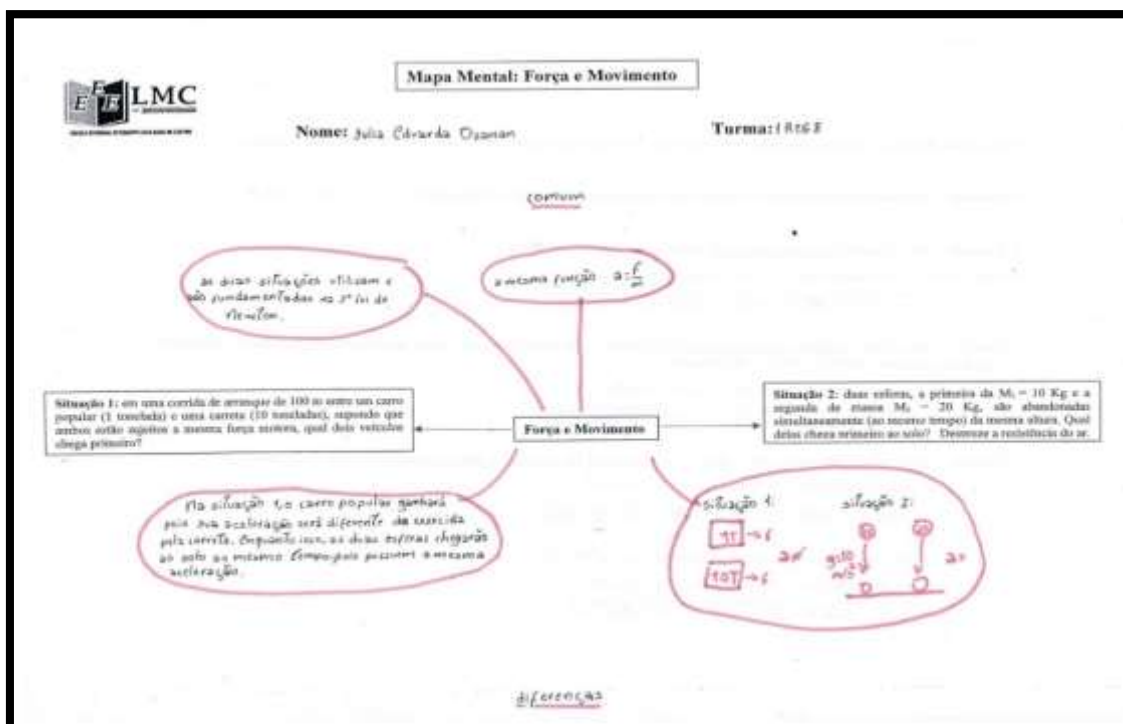


Figura 6 – Mapa mental da aluna A realizado no 3º encontro.

Nas Figuras 7, 8, 9 e 10 tem-se o registro dos dados brutos da dupla “B” de alunos. Na Figura 7 observa-se um mapa mental praticamente vazio, com apenas uma ilustração de um objeto simulando um movimento, relativo ao 1º encontro.



Figura 7 – Mapa mental do aluno B realizado no 1ª encontro.

Já nas Figuras 8 e 9 são mostradas as 3ª e 4ª partes dos roteiros (2º encontro, relativo ao uso do simulador *PhET*) preenchidos pela dupla “B”, não necessariamente a mesma que “construiu” o mapa do 1º encontro, mas manteve-se um aluno em comum que participou dos 3 encontros. Na Figura 8 tem-se respostas parcialmente corretas, onde a dupla “B” utilizou a palavra “leve” (e não Inércia) para justificar por que a caixa de menor massa chega primeiro na corrida de arranque, em que ambas, caixa e geladeira estão submetidas a mesma força. Mas quando é solicitado o cálculo da aceleração, a dupla não percebe que com a alteração da força nos dois corpos, a aceleração será a mesma para ambos e, portanto, chegarão juntos na corrida de arranque, conduzindo-os a uma resposta errada. Já na Figura 9, relativa a 4ª parte do roteiro, na qual às situações-problemas são recolocadas, a dupla diz que o carro chega primeiro (1ª situação problema), talvez fazendo uma analogia direta com a resposta da caixa na 3ª parte, mas não realizam nenhuma justificativa textual. Também em relação a 2ª situação problema, dizem que a esfera com maior

massa chega primeiro, não percebendo que ambos as esferas estão com a mesma aceleração (gravidade), portando chegarão juntas. O erro com a 2ª situação problema das esferas sugere ser uma extensão do erro da 3ª parte do roteiro, com os cálculos das acelerações da caixa e geladeira.

**3ª Parte: Comparando acelerações**

- 1) Caso fosse possível um corrida de arranque de 100 m entre a caixa de 50 Kg e a geladeira de 200kg, onde ambas estivessem submetidas a uma força de 200N, qual delas chegariam primeiro?
- 2) Agora se aplicarmos uma força de 100 N na caixa de 50 Kg e uma força de 400 N na geladeira de 200 Kg, quais seriam as acelerações dos corpos?
- 1) E novamente, caso fosse possível realizar uma corrida de arranque de 100 m entre a caixa e geladeira com a situação descrita acima (2), qual delas chegaria primeiro

Coloque aqui as suas observações, comentários e respostas.

Caso essa corrida ocorresse a caixa chegaria primeiro pelo fato de ser mais leve.

A aceleração da caixa nesse caso é de  $=4,00\text{m/s}^2$

A aceleração da geladeira é de  $=2,00\text{m/s}^2$

Ainda sim seria a caixa.

Figura 8 – Resposta da 3ª Questão do Roteiro (2º encontro) realizado pelo aluno B.

**4ª Parte: Voltando ao ponto de partida**

**Retornemos as situações 1 e 2:**

**Situação 1:** em uma corrida de arranque de 100 m entre um carro popular (1 tonelada) e uma carreta (10 toneladas), supondo que ambos estão sujeitos a mesma força motora, qual dois veículos chega primeiro?

**Situação 2:** duas esferas, a primeira da  $M_1 = 10 \text{ Kg}$  e a segunda de massa  $M_2 = 20 \text{ Kg}$ , são abandonadas simultaneamente (ao mesmo tempo) da mesma altura. Qual delas chega primeiro ao solo? Despreze a resistência do ar.

O que há em comum entre as duas situações?  
O que há de diferente?

Coloque aqui as suas observações, comentários, respostas e conclusões.

1- O carro chega primeiro

2- A esfera de 20kg

O que há de diferente é que em questão de corrida o mais leve vence e em questão de cair de altura o mais pesado vence.

Figura 9 – Resposta da 4ª parte do roteiro (2º encontro) realizado pelo aluno B.

Na Figura 10 tem-se um mapa mental do 3º encontro, realizado individualmente por um aluno da dupla “B”. Neste 3º encontro, como citado anteriormente, o professor pesquisador realizou mediações com os alunos, colocando novamente às duas situações-problemas. Cabe citar também que neste encontro os alunos não tiveram acesso aos seus roteiros do 2º encontro. O mapa apresentado pelo aluno não apresenta ilustrações, não cita as Leis de Newton, não cita a inércia, não apresenta cálculos, mas apenas escreve (parcialmente) com balões o que foi discutido em sala. Responde corretamente às situações-problemas 1 e 2, de forma direta, sem aprofundamento ou maiores detalhes.

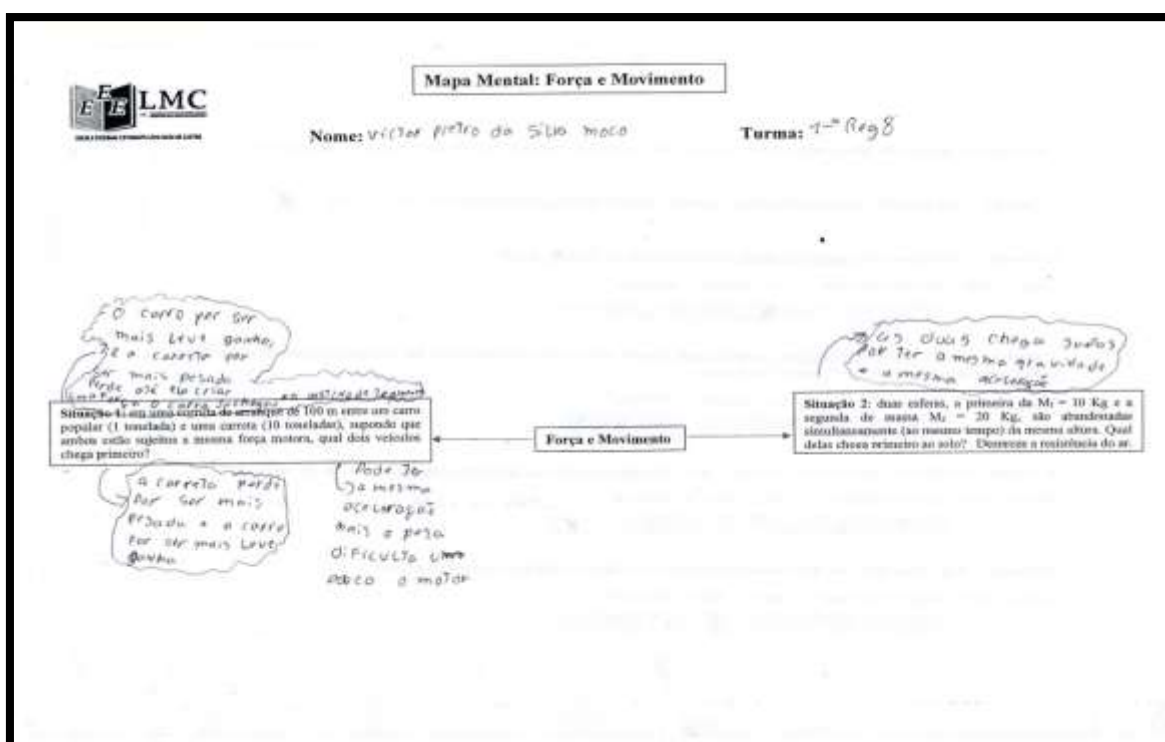


Figura 10 – Mapa mental realizado pelo aluno B no 3º encontro.

A Tabela 1 apresenta, em termos de frequência relativa, a presença das categorias em 14 mapas mentais realizados (em dupla ou trio) pelos alunos no 1º encontro em um tempo de aula de 50 min. Observe que os mapas podem apresentar mais de uma categoria.

<b>1º Encontro - Mapa Mental “Força e Movimento”</b>		<b>Frequência (%)</b>
<b>Categorias</b>		
Citou as leis de Newton sem enunciá-las		21,4
Enunciou alguma das três leis de Newton (seja textualmente ou representações simbólicas)		21,4
Fez uso do conceito de inércia		7,14
Apresentou ilustrações		57,1
Apresentou exemplos numéricos		7,1
Estrutura hierarquizada		28,6
Citou cientistas		14,3
Apresentou palavras de enlace		0
Apresentou “palavras soltas”		21,4
Apresentou afirmações sem sentido ou equivocadas		28,6
Mapa vazio ou praticamente vazio		50,0

Tabela 1 – Categorias observadas nos mapas mentais do 1º encontro.

A Tabela 2 apresenta, em termos de frequência relativa, o quanto os alunos (em dupla ou trio) avançaram em responder 21 roteiros relativos à prática com o simulador *PhET*, no qual cada roteiro é constituído de 4 partes e foram respondidos em um tempo de aula de 50 min. A 4ª parte trata-se das situações-problemas apresentadas pelo professor pesquisador. Também é apresentado o percentual, relativa a 4ª parte do roteiro, em que não somente os alunos responderam, mas responderam corretamente.

<b>2º Encontro - Roteiro Investigativo - Simulador PhET</b>		
<b>Parte do Roteiro</b>	<b>Respondeu (%)</b>	<b>Não respondeu (%)</b>
1ª Parte	95,2	4,8
2ª Parte	85,7	14,3
3ª Parte	66,7	33,3
4ª Parte	38,0	62,0
Percentual de duplas ou trios que responderam corretamente a 4ª parte, relativas às situações-problemas 1 e 2	Nenhuma dupla ou trio respondeu corretamente e integralmente às situações-problemas 1 e 2.	

Tabela 2 – Respostas observadas no 2º encontro.

Na Tabela 3 tem-se as frequências relativas das categorias observadas em 23 mapas mentais realizados pelos alunos (individual) no 3º encontro em um tempo

de aula de 50min. Novamente observe que os mapas podem apresentar mais de uma categoria.

<b>3º Encontro – Mapa Mental das Situações-Problemas</b>	
<b>Categorias</b>	<b>Percentual (%)</b>
Responderam corretamente às situações-problemas 1 e 2 e/ou resgataram informações de “memória” dos resultados do simulador.	39,1
Responderam parcialmente às situações-problemas 1 e 2.	26,1
Usaram o conceito de inércia para responder corretamente ou parcialmente às situações-problemas 1 e 2.	0
Fizeram afirmações equivocadas ou confusas	17,4
Mapa vazio	8,7
Palavras soltas ou citações das leis de Newton sem explicações ou conexões com às situações-problemas 1 e 2.	21,7

Tabela 3 – Categorias observadas nos mapas mentais do 3ª encontro.

A análise das tabelas mostra uma evolução no desempenho e na compreensão dos alunos ao longo dos encontros. Na Tabela 1, que se refere aos mapas mentais do 1º encontro, observa-se uma presença significativa de elementos visuais (57,1%) e uma estrutura hierarquizada em 28,6% dos casos. No entanto, metade dos mapas estava vazio ou praticamente vazio, e conceitos fundamentais, como o de inércia, foi aplicado em apenas um mapa (7,14%). Isso evidencia uma compreensão ainda superficial dos alunos sobre o conteúdo abordado, além da dificuldade em organizar as ideias de maneira conectada e coerente.

A Tabela 2 revela um desempenho decrescente dos alunos ao longo das partes do roteiro com o simulador *PhET* no 2º encontro. Enquanto 95,2% responderam à primeira parte, apenas 38% chegaram à quarta. O dado mais preocupante, porém, é que nenhuma dupla ou trio conseguiu responder corretamente às situações-problema apresentadas pelo professor, indicando dificuldades de aplicação dos conceitos em contextos mais complexos. Isso sugere que, embora

os alunos tenham interagido com o simulador, houve limitação na transferência do conhecimento adquirido para a resolução de problemas.

Na Tabela 3, relativa ao 3º encontro, nota-se uma melhora no engajamento e na qualidade dos mapas mentais individuais. Embora ainda haja presença de mapas com afirmações equivocadas (17,4%) e palavras soltas (21,7%), o percentual de respostas corretas ou com resgate de informações da memória e do simulador (39,1%) é expressivo. Apenas 8,7% dos mapas estavam vazios, o que representa um avanço em relação ao primeiro encontro. Contudo, o conceito de inércia, fundamental para a compreensão das situações-problema, ainda continua não utilizado, o que aponta para lacunas persistentes na apropriação conceitual dos alunos.

As Figuras 11, 12, 13 e 14 mostram respectivamente os resultados, em termos de frequências absoluta e relativa (%), dos questionários na escala *Likert* que sondou o aprendizado na perspectiva dos alunos (os resultados da 1ª questão não mostrada, se refere se o aluno (a) participou dos três encontros ou não e, como citado anteriormente, somente foram contabilizados aqueles que participaram dos três encontros, em um total de 23 alunos):

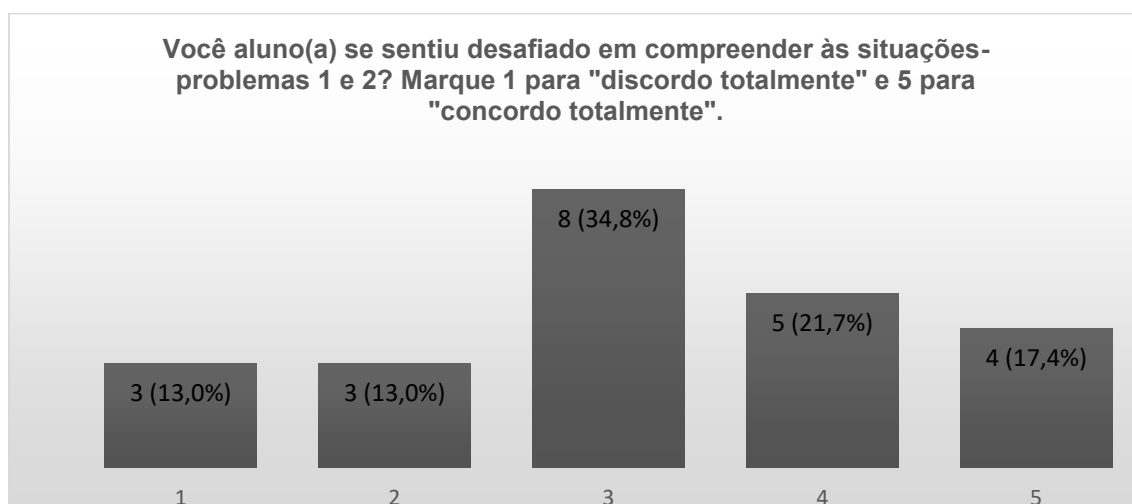


Figura 11 – 2ª Questão do questionário.

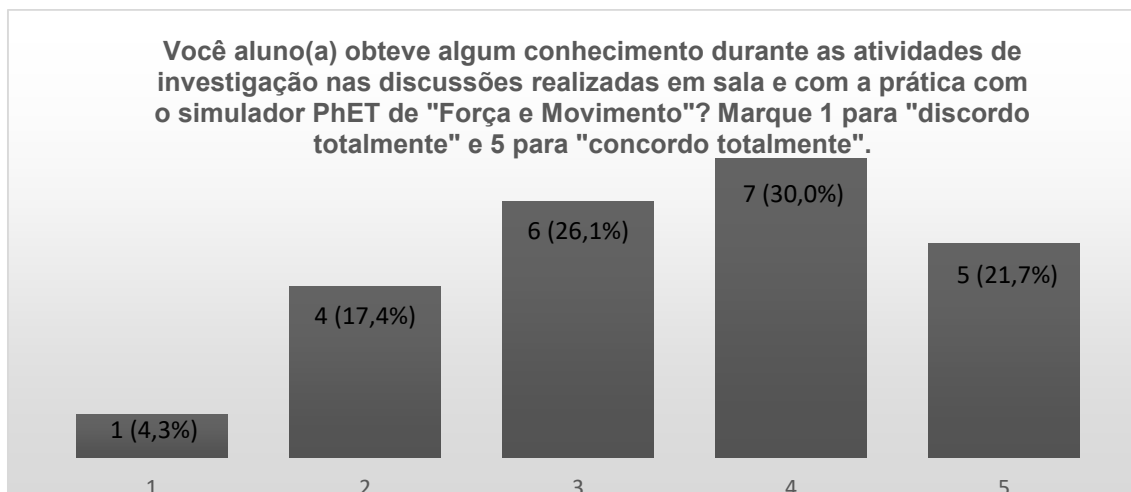


Figura 12 – 3ª Questão do questionário.

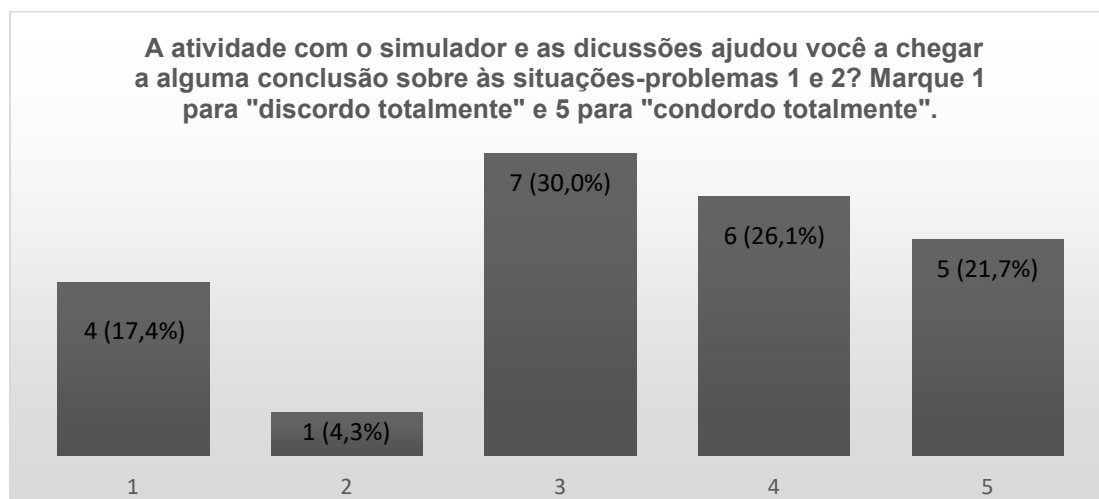


Figura 13 – 4ª Questão do questionário.

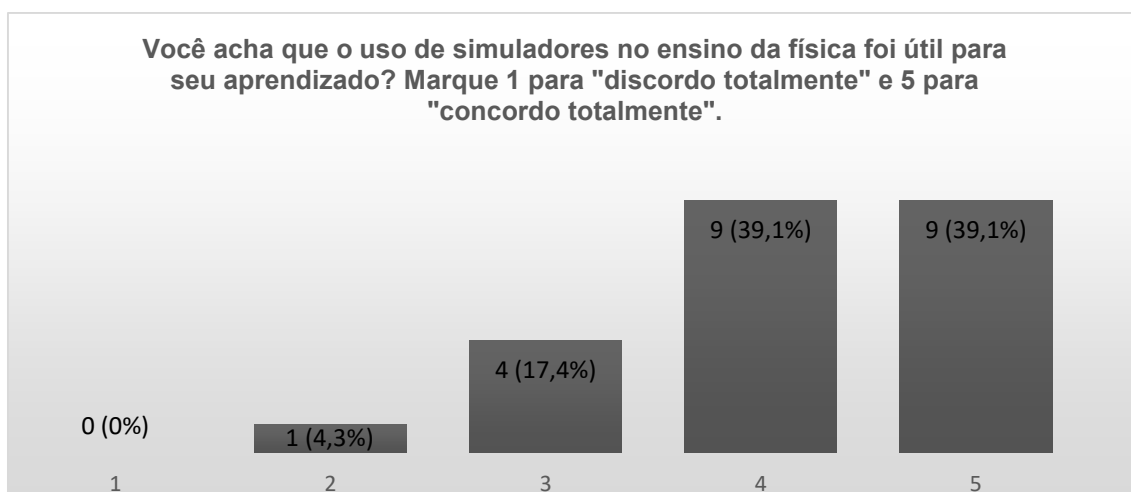


Figura 14 – 5ª Questão do questionário.

A Tabela 4 apresenta um resumo comparativo dos resultados das questões.

Questão	Discordância (%)	Neutros (%)	Concordância (%)	Destaque
2ª	26,0%	34,8%	39,1%	Alto número de neutros
3ª	21,7%	26,1%	51,7%	Tendência positiva
4ª	21,7%	30,0%	47,8%	Divisão maior de opiniões
5ª	4,3%	17,4%	78,2%	Excelente aceitação

Tabela 4 – Resumo comparativo

A análise dos dados apresentados nas Figuras 11, 12, 13 e 14 e seu respectivo resumo comparativo na Tabela 4, evidencia uma tendência crescente de satisfação dos alunos com as atividades desenvolvidas nos 3 encontros, especialmente a partir da 3ª questão, culminando em 78,2 % de concordância na 5ª questão. Esse avanço sugere que, à medida que as estratégias de aprendizado se tornam mais alinhadas com as expectativas dos estudantes, há um aumento no engajamento e na percepção positiva. A forte aceitação na última questão indica a relevância do aprendizado com o uso de simuladores de fenômenos físicos, que valorizem a autonomia, a aprendizagem ativa (a “gamificação” do aprendizado) e o vínculo entre teoria e prática, servindo como referência para o planejamento de futuras ações docentes.

Por outro lado, aspectos como a alta neutralidade (34,8 %) somados com a discordância (26,0 %) na 2ª questão apontam para a seguinte pergunta: “Por que muitos alunos não se sentiram desafiados ou foram neutros com às situações-problemas apresentadas? ”. A resposta a este questionamento indica uma investigação mais profunda, talvez buscando os históricos do processo ensino-aprendizagem dos alunos no ensino de Ciências no Ensino Fundamental, já que muito provavelmente metodologias de Ensino de Ciências por Investigação não foram aplicadas no ciclo escolar anterior ao Ensino Médio.

A dispersão de opiniões observadas na 4ª questão do questionário pode ser explicada pelo fato de 33,3 % e 62,0 % dos alunos não responderem,

respectivamente as 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> partes do roteiro como mostra a Tabela 2, prejudicando portando a investigação das situações-problemas. Isto é um indicativo que o roteiro deve ser redimensionado para um módulo de aula de 50 min e, diminuindo assim provavelmente, a dispersão de opiniões por falta de clareza, desconexão e/ou a sensação de estratégias metodológicas pouco eficazes para parte dos alunos.

Essas análises de dados reforçam a importância de mecanismos qualitativos, como entrevistas ou perguntas abertas no questionário, para entender melhor os motivos dessas percepções e ajustar o processo pedagógico de forma mais precisa e inclusiva.

## **5 CONCLUSÃO**

O trabalho teve como objetivo verificar o impacto no processo de ensino aprendizagem no Ensino de Física, utilizando simuladores computacionais do *PhET*, no estudo da relação entre a força e o movimento dos corpos através da metodologia do Ensino de Ciências por Investigação. Os dados coletados ao longo dos três encontros indicam que a utilização de estratégias ativas de aprendizagem, como a construção de mapas mentais e o uso de simuladores interativos, contribuiu para um avanço na compreensão dos conceitos de física por parte dos alunos, ainda que de maneira parcial. A comparação entre os mapas mentais dos encontros iniciais e finais revela uma progressão na organização das ideias e na apropriação dos conteúdos, com redução significativa de mapas vazios e aumento de respostas corretas ou parcialmente corretas às situações problemas, mesmo que persistam dificuldades conceituais importantes, como a ausência do uso do conceito de inércia.

Além disso, os resultados obtidos com o uso do roteiro no segundo encontro evidenciam que, embora os alunos tenham conseguido avançar nas primeiras etapas da atividade com o simulador *PhET*, a transposição dos conhecimentos adquiridos para contextos problematizadores ainda representa um desafio. Isso foi particularmente evidente na quarta parte do roteiro (2<sup>o</sup> encontro), onde nenhum grupo respondeu corretamente às situações apresentadas ou sequer

tentaram responder. Tal cenário reforça a necessidade de maior tempo para exploração dos conteúdos e/ou aprofundamento das mediações pedagógicas, sobretudo em atividades que exigem análise crítica e aplicação de conceitos científicos.

Por fim, as respostas ao questionário em escala Likert mostram uma percepção crescente de valorização e engajamento dos alunos com as estratégias adotadas, culminando em uma alta taxa de concordância quanto à contribuição das atividades, especificamente do uso do simulador para a aprendizagem. No entanto, a presença de respostas neutras e de discordância em algumas questões destaca a importância de se compreender melhor o histórico educacional desses estudantes, bem como a adequação do tempo e da complexidade das tarefas propostas. É importante ressaltar que no Novo Ensino Médio, a disciplina Física possui um tempo de aula por semana, proporcionando limitações na execução das tarefas e sugerindo uma reformulação do roteiro principalmente.

Conclui-se que: a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, por meio do uso de mapas mentais e subsunçores e o Ensino de Ciências por Investigação, que se utiliza de situações problemas colocados aos alunos, com o apoio de ferramentas como simuladores computacionais, demonstram resultados positivos no processo de ensino e aprendizagem. Ambas as abordagens podem ser ainda mais eficazes, desde que sejam realizados ajustes metodológicos adequados. Assim, a integração entre a Teoria da Aprendizagem Significativa e o Ensino de Ciências por Investigação revela-se uma estratégia promissora quando utilizadas de forma complementar.

## REFERÊNCIAS

ATALAH PINTO DOS SANTOS HACAR, M.; DE OLIVEIRA SODRÉ, M. S.; ALVES DE OLIVEIRA, M. de F. BNCC e o ensino de ciências por investigação: análise de um curso de extensão. *Educação Online*, v. 19, n. 47, e24194702, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.36556/eol.v19i47.1574>. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>. Acesso em: 21 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **INEP: Divulgados os resultados do PISA 2022**. Brasília: Ministério da Educação, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso em: 23 jul. 2024.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 20 nov. 2024.

CORRÊA ALMEIDA, W. N.; DA SILVA MALHEIRO, J. M. Pressupostos teóricos e diferentes abordagens do ensino de ciências por investigação. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC*, v. 12, n. 2, p. 71–83, 25 jul. 2022.

DE MEDEIROS JR, R. N.; NAIÁ, M. D.; LOPES, J. B. Simulações interativas do PhET nas práticas de ensino da Física: uma meta-análise. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 46, p. e20240186, 2024.

GOMES, Paulo Maurício Costa. Análise de uma pesquisa de mercado sobre a percepção de demanda de um curso de engenharia de inovação para a Indústria 4.0. 2021. 50 f. **Monografia** (Especialização em Gestão Estratégica em Negócios) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

IORIO, Filipe. **Mapa Mental**. 2025. Disponível em: <https://www.mapamental.org/aplicacoes-praticas/diferenca-mapa-mental-e-mapa-conceitual/>. Acesso em: 15 maio 2025.

LOPES, J. S.; SILVA, A. G. S.; DE SOUZA, G. F. S. Ensino de Física com o uso de simuladores virtuais: potencial de utilização em sala de aula. *HOLOS*, v. 1, n. 39, 2023. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/14365>. Acesso em: 8 ago. 2024.

MOREIRA, M.; MASSONI, N. **Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de Ciências/Física**. *Textos de apoio ao professor de Física*, Porto Alegre, v. 26, n. 6, 2015. Disponível em: [https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf\\_v26\\_n6.pdf](https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v26_n6.pdf). Acesso em: 21 ago. 2024.

MORENO, Lídia Ruiz et al. Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. *Ciência e Educação*, v. 13, n. 3, p. 453–463, 2007.

MOURÃO, M. F.; SALES, G. L. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, 2018. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/113>. Acesso em: 20 nov. 2024.

NETO, R. S. Uma análise sobre os aprendizados de alunos ao utilizarem simuladores em aulas de Física. *Anais CIET:Horizonte*, São Carlos-SP, v. 7, n. 1, 2024. Disponível em: <https://ciet.ufscar.br/submissao/index.php/ciet/article/view/2634>. Acesso em: 8 ago. 2024.

SANTOS, W. R. dos; GALLETTI, R. C. A. F. História do ensino de Ciências no Brasil: do período colonial aos dias atuais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. e39233, 1–36, 2023. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2023u355390. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/39233>. Acesso em: 20 nov. 2024.

UMCOMO. **Como utilizar a Escala de Likert em análise estatística**. 2017. Disponível em: <https://educacao.umcomo.com.br/artigo/como-utilizar-a-escala-de-likert-em-analise-estatistica-402.html>. Acesso em: 24 abr. 2025.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67–80, set. 2011.

## ANEXO

A Figura 15 mostra um exemplo de mapa conceitual, onde se observam conceitos dispostos de forma hierarquizadas, inter-relações, palavras de enlace, proposições e uma estrutura sequencial utilizando formas geométricas.

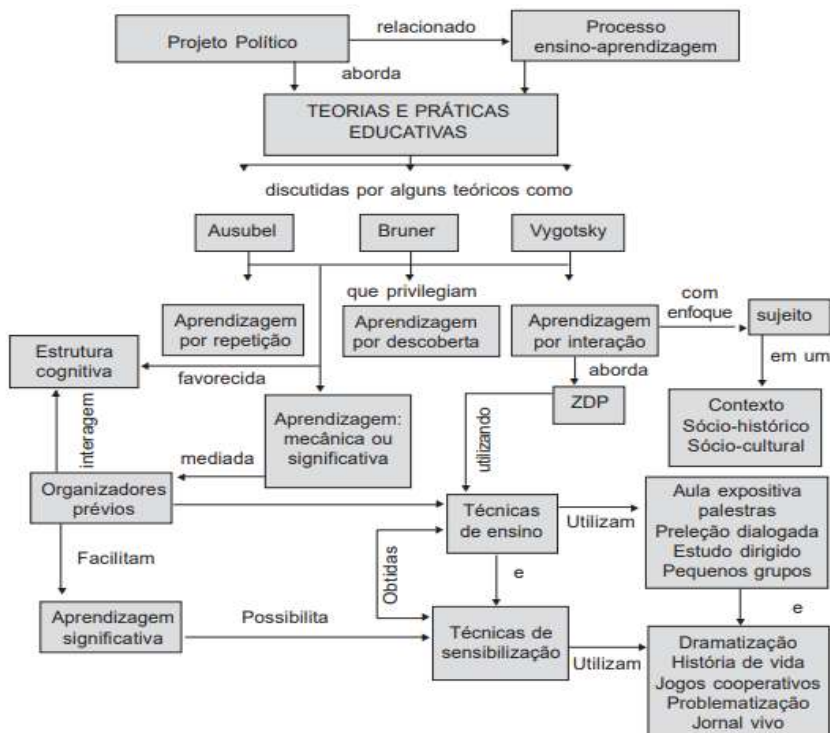


Figura 15 – Exemplo de mapa conceitual (Moreno et al, p. 459, 200).

A Figura 16 mostra um exemplo de mapa mental, onde se observam também conceitos, mas com uma estrutura mais fluida e criativa, rica em ilustrações, como em um processo de brainstorming.

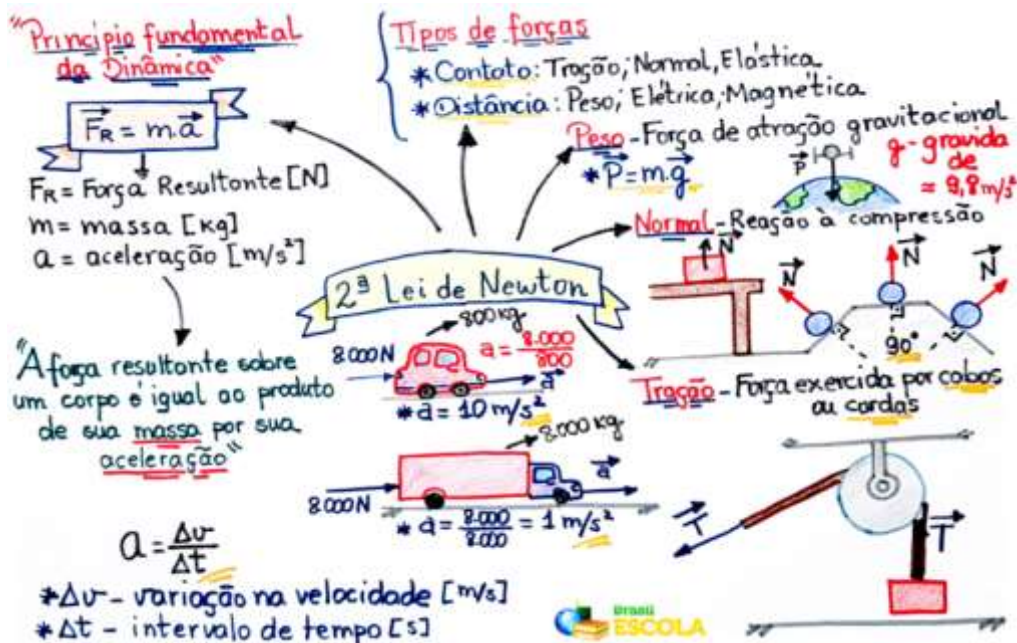


Figura 16 – Exemplo de mapa mental. Disponível em: <https://brasilescuela.uol.com.br/fisica/leis-newton.htm>. Acesso em 16 jul. 2025.