

Missão Equilíbrio

Uma sequência didática interativa como metodologia mediadora para o ensino de estática do corpo rígido no ensino médio



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF
POLO 26

Tayla Johana dos Santos Costa
Hilda Mara Lopes Araujo

PRODUTO EDUCACIONAL

MISSÃO EQUILÍBRIO: uma sequência didática como metodologia mediadora para o ensino de estática do corpo rígido no ensino médio

Teresina
2025

Tayla Johana dos Santos Costa
Hilda Mara Lopes Araujo

MISSÃO EQUILÍBRIO: uma sequência didática como metodologia mediadora para o ensino de estática do corpo rígido no ensino médio

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: ESTÁTICA DO CORPO RÍGIDO NO ENSINO MÉDIO À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 26 – UFPI, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):
Prof^a Dr^a. Hilda Mara Lopes Araujo

Teresina
2025

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pelos seus provimentos e absolutamente tudo o que permeou a minha trajetória desde o final da graduação até eu entrar no mestrado e sua presente conclusão, sem Ele nada disso teria sido possível e Ele, em toda sua sabedoria e conhecimento mediante ao tempo e aos espaços, me fez estar nesta turma, neste polo, com estes colegas e professores e com a consciência que tenho hoje pra viver este processo de forma genuína e com responsabilidade.

Quero agradecer meu marido, Anderson Kurunczi, que deu todo apoio durante todo o curso, de inúmeras formas e todas que ele podia para que eu alcance a conclusão deste sonho. Também aos meus pais, Rosangela Maria e Osvaldo Ferreira que, mais uma vez em suas vidas, fizeram de tudo para me ver concluir este sonho, mesmo eu já estando em uma fase que eles não precisavam, eles me deram todo suporte necessário.

Agradeço, e já agradeci inúmeras vezes, a Deus pelos meus colegas de sala e agora agradeço diretamente a eles por todas as contribuições e todos os momentos vividos durante este curso, sei que Deus tinha guardado cada um de nós para estar nesta turma do MNPEF polo 26 turma de 2023 juntos pois íamos precisar da força um do outro, as enroladas e desenroladas um do outro e todo apoio que um de pro outro, nominalmente, agradeço ao: Adriano Amaranes, Antonio Felipe, Antonio Huanderson, Edivaldo, Eduardo, Emmanuel, Fernando, Flávio, Guilherme Brendo, José Ayrton, Jorge, Paulo e Rebeca Geovana por terem estado comigo e contribuído durante todo este processo.

Em especial, agradeço ao meu grupinho Adriano Amaranes, Antonio Felipe e Rebeca Geovana, pelos apoios e principalmente e Rebeca irritante Geovana pelos estresses e por ter me feito ser um ser humano minimamente mais acolhedor e de que pensa mais nas palavras, sei que Deus a colocou no meu caminho por um propósito maior de amizade para a vida; e claro, levarei os meus 3 “xovens” no coração para a vida.

Gostaria de agradecer também a alguns atores deste processo de mestrado que possivelmente nem saberão que estão sendo citados: meu amigo Rodolfo que me deu suporte quando fui fazer as etapas do processo de seleção, ao meu agora amigo Fidelis Leal que foi da turma 2022 e contribuiu muito para a construção do meu produto educacional e dissertação, agradeço a minha nova amiga Ana Carolline Santos que me aceitou em sua casa esses 2 anos de curso e que vai ser levada no coração pra vida; e por fim ao sr Antonio Erasmo, o meu caroneiro durante quase todo esses 2 anos, que me buscava de madrugada para levar para Teresina pra aula e que proporcionou inúmeras conversas interessantes sobre política, educação e sociedade, ele me deu um apoio e contribuição gigantesca e talvez não tenha noção disso.

Agradecimentos

Agradeço a cada um dos professores que lecionaram disciplinas no programa nesses 2 anos de curso, em especial a prof^a Claudia Adriana e ao prof^o Alexandre Maciel por ter nos proporcionado disciplinas engrandecedoras e ensinamentos Físicos e de Física aplicada a educação que eu levarei para a minha própria prática profissional com ênfase e carinho. Gostaria de Agradecer a prof^a Maria do Socorro e o Prof^o Micaias Andrade pelas valiosas contribuições ao meu produto educacional e dissertação, este trabalho não seria o que se tornou. Também agradeço ao coordenador Célio Borges pelas suas contribuições à minha formação a ao programa e aos integrantes da banca examinadora, prof^a Hilda, prof^a Socorro e prof^o Fábio Paz, e os suplentes, prof^o Micaias e prof^o Ronaldo Albano, por contribuirem com a minha pesquisa.

Especialmente agradeço a minha orientadora, a prof^a Dra^a Hilda Mara Araújo Lopes por ter me aceito em um momento tão avançado, pela sua incrível disciplina lecionada com muita maestria e que sem dúvida me proporcionou todo o apporte teórico, não somente para esta pesquisa, como para a vida profissional. Agradeço principalmente pela orientação maravilhosa, detalhista e acrescentadora de inúmeras percepções que eu precisava e queria para me tornar uma professora e pesquisadora melhor.

Por fim, agradeço a SBF, a comissão do MNPEF e os professores da UFPI campus Ministro Petrônio Portela, pela oportunidade e por todas as contribuições direta e indiretamente que aconteceram ao longo da minha trajetória e por fim a Organização Educacional Cristo: à diretora prof^a Osiely Santos e o coordenador prof^o Ricardo que aceitaram a minha pesquisa e deram todo apoio que podiam para aplicação e construção do meu trabalho, seja ele no chão de sala ou desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Sumário



Apresentação

AO PROFESSOR

Caro(a) professor(a),

É com entusiasmo que apresentamos o produto educacional "Missão Equilíbrio: uma sequência didática interativa como metodologia mediadora para o ensino de Estática Do Corpo Rígido no Ensino Médio".

Sabemos dos desafios enfrentados na abordagem desse conteúdo, muitas vezes percebido pelos alunos como excessivamente teórico, abstrato ou desvinculado de suas realidades (Enbang, 2016). Por isso, esta proposta nasce da necessidade de tornar o aprendizado mais significativo, contextualizado e participativo, colocando os estudantes no centro do processo por meio de vivências, simulações, jogos e atividades corporais que despertam o interesse e favorecem a construção conceitual (Moreira, 2021).

Inspirada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antonio de Moreira e sustentada pela perspectiva da pesquisa translacional em educação, esta Sequência Didática Interativa foi elaborada e testada com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, trazendo resultados promissores tanto na apropriação dos conceitos de centro de massa, equilíbrio e torque quanto no engajamento dos alunos com a Física.

Além disso, a proposta está estruturada em missões, que exploram o lúdico e o desafio como formas de motivação, e utilizam estratégias interativas que ampliam o protagonismo estudantil. Ao longo das aulas, o professor atua como mediador, instigando reflexões, propondo situações-problema e conduzindo as discussões para a formalização científica dos conceitos.

Esperamos que este material contribua com o seu trabalho em sala de aula, oferecendo não apenas um roteiro de aulas, mas também uma inspiração para ensinar Física de forma envolvente, crítica e com sentido para os alunos. Que esta Sequência Didática Interativa seja também uma missão compartilhada entre nós, educadores. Que a "Missão Equilíbrio" seja também uma missão compartilhada entre nós, educadores.

Conte conosco. Boa missão!

Apresentação

AO ALUNO

Caro(a) Aluno(a),

Este material foi pensado para você, estudante do Ensino Médio, como uma forma diferente de aprender Física. Através de desafios, jogos e situações do cotidiano, você será convidado(a) a pensar com o corpo, refletir sobre o equilíbrio e descobrir que a Física vai muito além das fórmulas — ela está presente no seu dia a dia.

Explore cada etapa com curiosidade, se permita experimentar e descubra como a aprendizagem pode ser significativa e crítica quando parte da sua própria experiência.

Conte conosco para uma boa jornada!



Objetivos

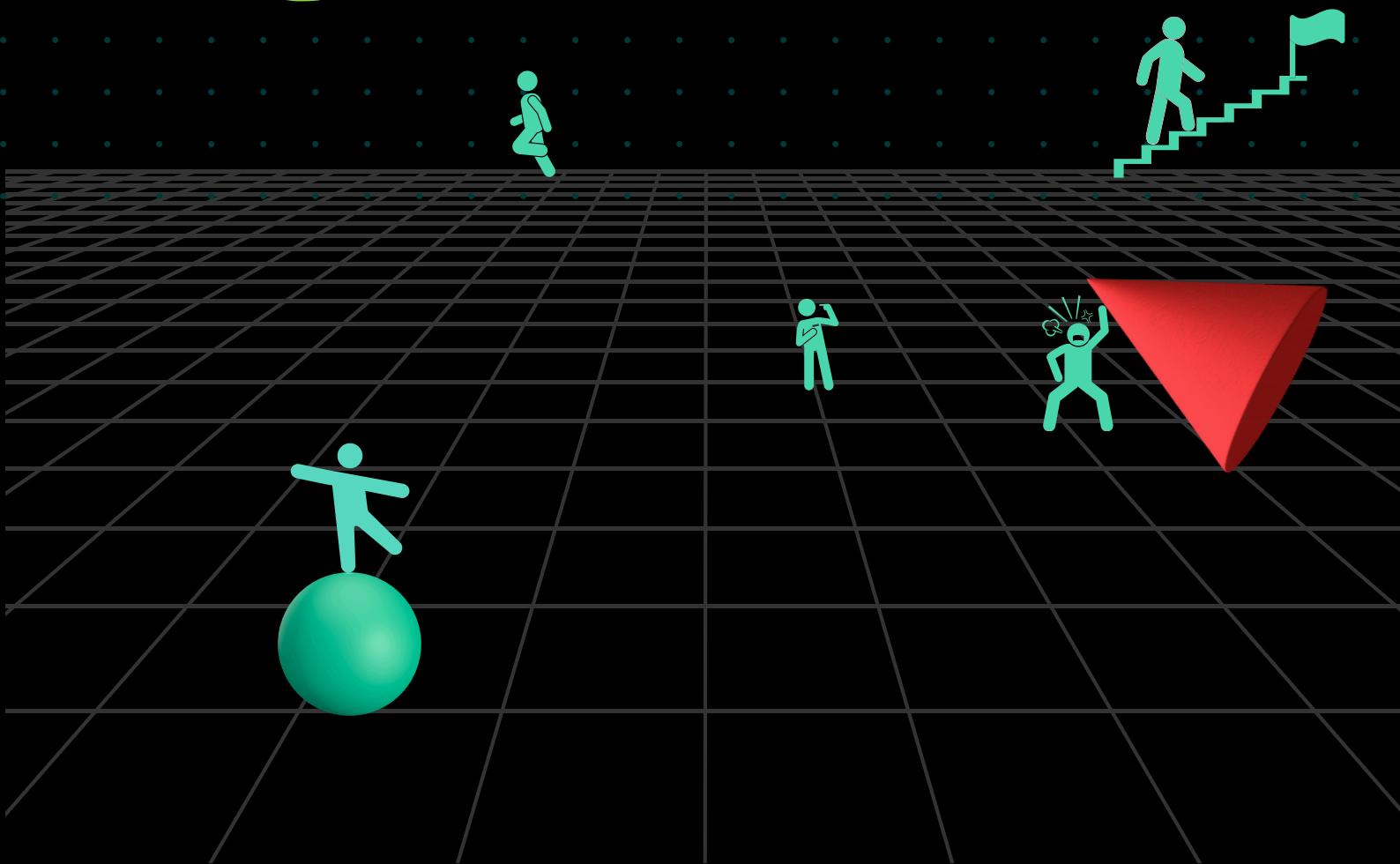
OBJETIVO GERAL

Analisar como o estudo da estática do corpo rígido pode contribuir para a compreensão de conceitos fundamentais relacionados à dinâmica corporal e cotidiana

OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre estática do corpo rígido;
2. Apresentar os fundamentos teóricos da Estática do Corpo Rígido que embasam a proposta didática;
3. Correlacionar a teoria da aprendizagem significativa e crítica com os conceitos de estática do corpo rígido;
4. Aplicar a pesquisa translacional na unidade teoria-prática no conhecimento da Estática Do Corpo Rígido;
5. Proporcionar fundamentos teóricos sobre Sequência Didática Interativa (SDI) como metodologia de ensino aprendizagem para apreensão dos fundamentos teóricos da Estática do Corpo Rígido;
6. Avaliar o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos a partir da comparação entre o pré e o pós-teste considerando suas construções discursivas sobre o conteúdo de Estática do Corpo Rígido;

Os Caminhos para uma Aprendizagem Significativa Crítica

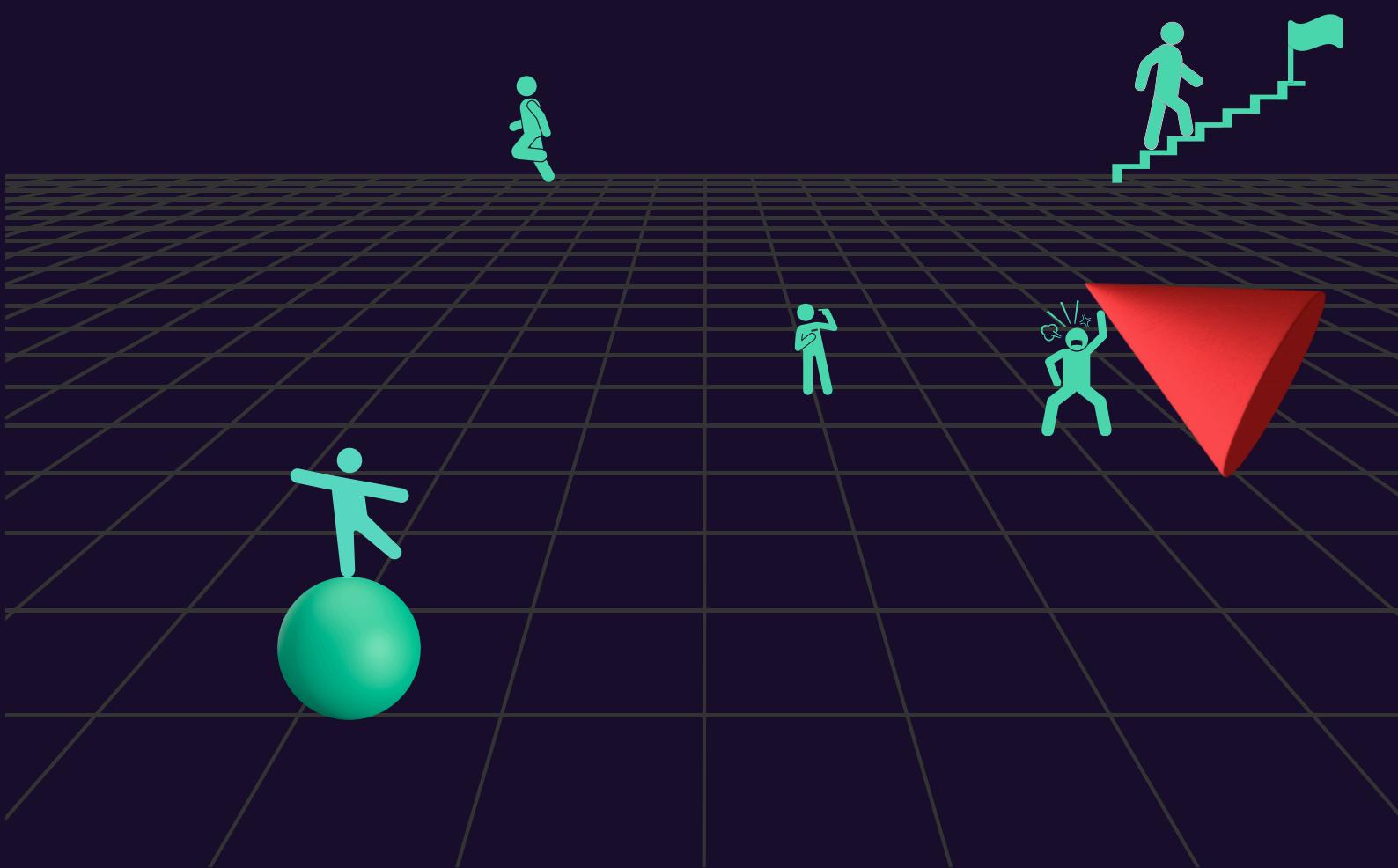


Os Caminhos para uma Aprendizagem Significativa Crítica

O presente capítulo tem o objetivo de correlacionar a teoria da aprendizagem significativa e teoria da aprendizagem significativa crítica com os conceitos de Estática Do Corpo Rígido, buscando identificar elementos que evidenciem uma aprendizagem significativa crítica em potencial, conforme a abordagem de Marco Antonio Moreira (2010), fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2003).

O primeiro aspecto que tange as pesquisas relacionadas ao ensino nos dias atuais é: o que fazer para que os jovens em sala de aula de fato aprendam o que está sendo proposto? Isso não é apenas um problema do ensino de Física no ensino médio, mas uma inquietação que atravessa as diferentes etapas da educação e suas diversas áreas do conhecimento, pois o desafio atual é: traduzir o conhecimento científico em experiências de modo a proporcionar uma aprendizagem com sentido para os estudantes (Moreira, 2018).

Para tanto, este capítulo percorre os fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Ausubel, e sua posterior ampliação crítica, desenvolvida por Marco Antonio Moreira. Serão discutidas as distinções entre ambas as abordagens e suas implicações no ensino de Física, especialmente no que se refere ao desenvolvimento de ações que visem uma aprendizagem com maior sentido e profundidade para os estudantes.



David Ausubel E A Teoria Da Aprendizagem Significativa – TAS

Visando essa compreensão sistemática de passado, presente e futuro, no século XX, David Ausubel surgiu com sua Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) no qual propôs que o ensino deve ser proporcionado a partir de conceitos pré-existentes possibilitando assim a formação de uma estrutura cognitiva, por vezes até individual de cada estudante (Farias, 2022).

Ausubel em seu livro “Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva” (2003) expõe a essência da sua Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) quando diz que a natureza do significado da aprendizagem está relacionada a retenção e manuseio de um conjunto de informações relevantes para o ser, como fenômenos, acontecimentos, hipóteses, concepções e vocabulário das mais variadas disciplinas.

Mas o que seria uma aprendizagem significativa? Segundo Rosa e Darroz (2022), a teoria de Ausubel tem como cerne do seu conceito que a aprendizagem ela é significativa quando novos conhecimentos interagem com elementos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, criando novas estruturas conceituais a partir dessas relações.

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito aprendente (Moreira, 2011, p. 8).

Moreira (2011) reafirma um dos pilares centrais da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel: a ideia de que a aprendizagem só será realmente significativa quando houver uma interação intencional e estruturada entre o novo conteúdo e conhecimentos prévios relevantes já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para tanto o teórico fala de dois critérios específicos básicos para criar um ambiente propício à aprendizagem que são: **predisposição e ferramentas** (Rosa e Darroz, 2022; Moreira e Masini, 2001).

David Ausubel E A Teoria Da Aprendizagem Significativa – TAS

Figura 1: Critérios para uma aprendizagem significativa



Fonte: Elaboração própria, 2025.

É possível afirmar que ambos os critérios estão relacionados pois não há ação intencional de aprender se não for a partir da atenção retida, e nada melhor para manter os alunos comprometidos como uma ferramenta potencialmente significativa. Isso implica dizer que o planejamento do professor deve ir além da escolha de conteúdos: deve envolver a mediação intencional de experiências de aprendizagem que possibilitem uma conexão sólida entre novas informações a conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Nesse sentido, o uso de recursos como analogias, mapas conceituais, experimentos contextualizados e situações-problema são exemplos recorrentes na literatura como instrumentos que, quando bem aplicados, favorecem uma aprendizagem mais profunda. Assim, é na articulação entre a predisposição do aluno e o uso consciente e qualificado de ferramentas didáticas que se constrói um cenário propício para a aprendizagem significativa no sentido proposto por Ausubel (Ausubel et al., 2003; Moreira, 2006).

Aplicando tais conceitos na prática em sala de aula, o professor iniciaria seu conteúdo novo verificando os **conhecimentos prévios** dos alunos, isso pode ocorrer através de participação ativa dos alunos em sala, respondendo em voz alta às perguntas ou proposições, ou mesmo através da aplicação de questionário subjetivo.

David Ausubel E A Teoria Da Aprendizagem Significativa – TAS

A partir desses critérios, a teoria está pautada no entendimento de que todo indivíduo tem em sua estrutura cognitiva algum conhecimento já significativo, no qual será o ponto de partida para novas estruturas cognitivas. Logo a construção dos novos conhecimentos será ancorada em outros existentes, criando uma hierarquia dos conceitos no processo cognitivo, atualizando e incluindo novos conhecimentos e dando ênfase no que é mais importante; tal estrutura foi denominada por Ausubel et al. (2003) como subsunções.

Em síntese, **subsunções** são ideias âncora que vão facilitar o processo de aprendizagem de uma nova informação, seja por ser os conceitos iniciais a partir de experiências cotidianas, senso comum, ou por auxiliarem na organização do conhecimento que está sendo construído pelo aluno.

Um outro elemento no processo de construção cognitiva são os **organizadores prévios**. Organizadores prévios são recursos didáticos introdutórios que têm como objetivo preparar o aluno para a aprendizagem de novos conteúdos, promovendo conexões significativas com conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva. Eles funcionam para a ancoragem de novas ideias a partir de subsunções, contudo são materiais prévios, introdutórios, que servirão como ponte para a aprendizagem (Ausubel et al., 2003.).

Tais organizadores são os elementos utilizados antes do material potencial significativo ou o próprio conteúdo a ser lecionado e podem ser de três tipos: explicativo, comparativo ou específico.

Figura 2: Tipos de organizadores prévios



Fonte: Elaboração própria, 2025.

David Ausubel E A Teoria Da Aprendizagem Significativa – TAS

Essa perspectiva evidencia um contraste direto com a aprendizagem mecânica, na qual o conteúdo é assimilado de forma memorística, sem conexões significativas com o que o aluno já sabe. Enquanto a aprendizagem mecânica se caracteriza por repetições e acúmulo de informações desconexas.

A aprendizagem mecânica se caracteriza pela memorização repetitiva e desconectada de conteúdos, sem vínculo com os conhecimentos prévios dos alunos. Nela, as informações são assimiladas de forma arbitrária, sem permitir relações significativas ou hierarquias cognitivas. Embora esta teoria pareça contrária a TAS, Ausubel aponta que ela se relaciona com a aprendizagem significativa, pois algumas características da aprendizagem mecânica podem contribuir no processo de construção do conhecimento e subsunções que não estavam presentes antes (Ausubel et al., 1980).

Neste sentido, no cotidiano escolar, quase que independente da disciplina, é possível conseguir refletir esta possibilidade de memorização e repetição dos fatos por exemplo: decorando datas de fatos históricos ou nomes de personalidades, repetindo os nomes de macronutrientes ou de estruturas das funções oxigenadas. Na Física, existe a memorização das fórmulas por música ou frases engraçadas, técnicas de utilizar figuras geométricas planas pra decorar como utilizar algumas fórmulas, tais recursos ainda podem ser vistos e incentivada em sala de aula até os dias atuais.

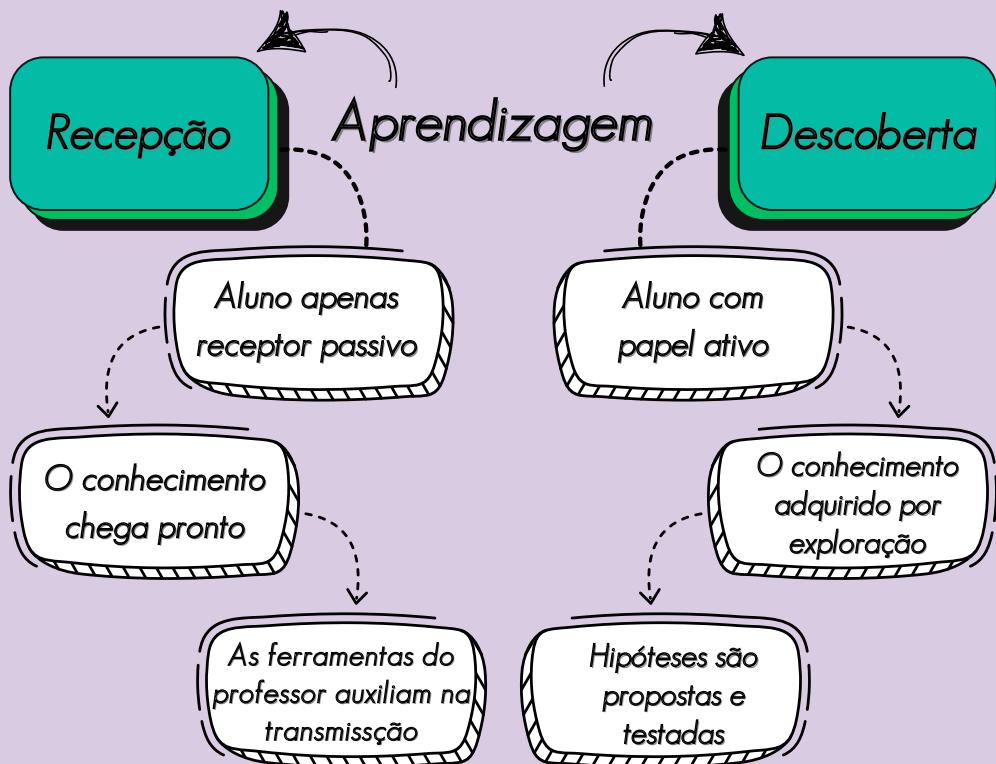
Rosa e Dorraz (2022) expõem que ambas as teorias são complementares, ou seja, a aprendizagem mecânica ela tem seu nível de importância no processo de aprendizagem significativa, uma vez que contribui para processos de associação, estruturando, reestruturando, a hierarquia dos conhecimentos no aspecto cognitivo do aluno.

Tendo em vista o tema de Ensino de Estática do Corpo Rígido a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica do presente estudo, tais elementos vistos até então serão desenvolvidos no decorrer da Sequência Didática Interativa, contudo podemos dar ênfase que é inevitável e indispensável a importância da aula expositiva no qual fórmulas serão apresentadas, posteriormente a análise prévia dos subsunções de Estática do Corpo Rígido e da criação dos conceitos âncora, o cálculo referente ao centro de massa de um sistema e conceitos de acordo com os tipos de equilíbrio são conhecimentos prévio que não são esperados, tendo assim a necessidade da inserção dessas ideias âncora para o desenvolvimento do aprendizado dos estudantes.

David Ausubel E A Teoria Da Aprendizagem Significativa – TAS

Seguindo tal lógica, é possível inferir que a aprendizagem significativa é permeada por algumas etapas para alcançar o aprendizado almejado, assim a aprendizagem mecânica faz parte deste processo. Outras aprendizagens que podem fazer parte das etapas da aprendizagem são, a aprendizagem por recepção e por descoberta (Rosa e Darroz, 2022).

Figura 3: Aspectos da aprendizagem por recepção x por descoberta

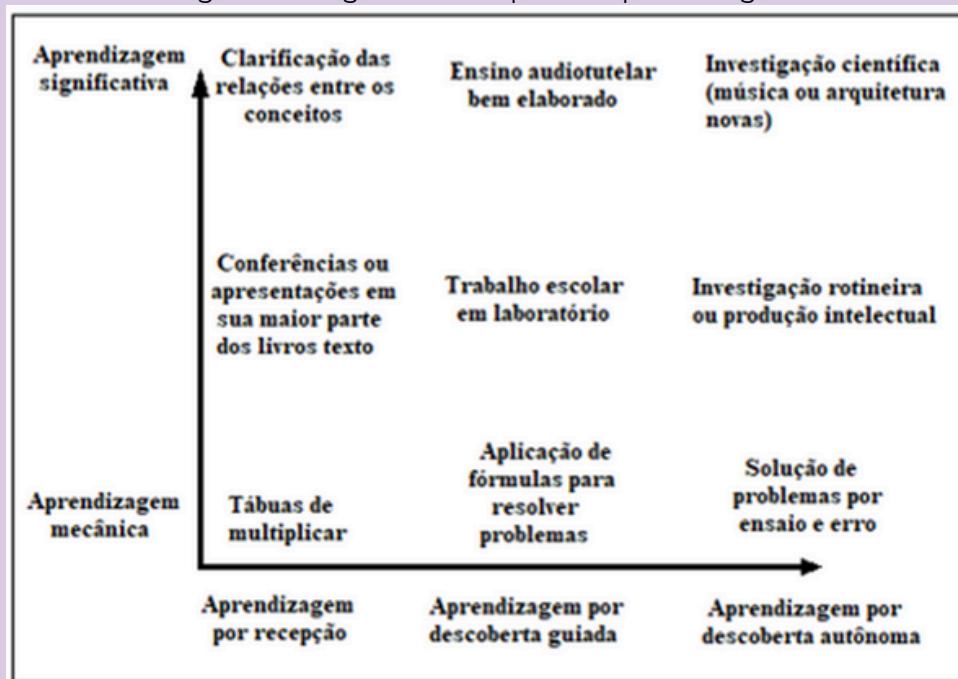


Fonte: Elaboração própria, 2025.

Tais aprendizagens podem ser potencialmente significativas uma vez que o aluno pode raciocinar relacionando o conteúdo visto ativamente, seja relacionando, lembrando ou reconhecendo o que foi visto em outros momentos. O que não é mutuamente excludente do processo de descoberta, pois descobrir coisas novas é um processo importantíssimo para a inserção, reestruturação e consolidação dos conceitos. Para elucidar a relação entre as aprendizagens Ausubel, vejamos o exposto na figura abaixo.

David Ausubel E A Teoria Da Aprendizagem Significativa – TAS

Figura 4: Diagrama dos tipos de aprendizagem



Fonte: Adaptada de Ausubel, Novak e Hanesian, 1983, p. 35 apud Rosa e Darroz, 2022, p. 87.

O diagrama mostra que dependendo do tipo de atividade, ela vai se enquadrar relacionando os tipos de aprendizagem. Sabemos que a aprendizagem mecânica consiste em repetição e memorização e para tal o aluno precisa atuar como receptor de informação, neste cenário a atividade de tabuada de multiplicar por exemplo, que está presente no canto inferior esquerdo, mostra muito bem onde a junção desses tipos de aprendizagem atuam no processo de aprendizado do aluno.

Em contrapartida, no outro extremo do diagrama temos a investigação científica, que consta no canto superior direito, consiste em pesquisar. Para uma atividade deste tipo o aluno precisa ter de início uma ideia e consequentemente o interesse pelo tema a ser estudado, a partir disso o aluno vai construir seu conhecimento e sua pesquisa com base em descobertas, investigação e neste caso podemos inferir que a aprendizagem é significativa, acontecendo de forma totalmente autônoma, uma vez que a pessoa vai estar refletindo sobre o tema, criando suas próprias âncoras do assunto, descobrindo coisas novas e reestruturando o conhecimento.

David Ausubel E A Teoria Da Aprendizagem Significativa – TAS

Trazendo alguns exemplos de Física e a Estática do Corpo Rígido relacionados ao diagrama da figura 2.1 temos que no processo de clarificação das relações entre os conceitos, presente no canto superior esquerdo, esta atividade se faz fundamental no processo de construção dos conceitos formais, por exemplo relacionados a centro de massa e equilíbrio, o aluno pode ter o conhecimento prévio e ser capaz de explica-los com suas palavras, porém no contexto escolar e em uma educação que preza pela científicidade dos conhecimento, é necessário que ele internalize o conceito construído pela academia. Embora este processo aparentemente se assemelhe com a aprendizagem mecânica não significa que não houve uma aprendizagem significativa, pois, a partir da ancoragem de um conhecimento já existente é que o conceito formal será construído (Moreira, 2010).

No outro extremo, canto inferior direito do diagrama, temos solução de problemas por ensaio e erro. Esta atividade consiste basicamente para a Física em experiências práticas que visam a extração de dados, como por exemplo buscar a posição exata para que uma gangorra alcance o estado de equilíbrio entre dois corpos sobre ela. O aluno pode por meio de simulação, ou prática real, pegar dois corpos de massas iguais, ou diferentes, e posicioná-los um em cada lado da gangorra, afim de tentar alcançar o equilíbrio. É provável que isso não aconteça de primeira e que o mesmo fique ali tentando inúmeras vezes, errando, até alcançar o objetivo. Houve aprendizagem mecânica, porém o aluno terá de descobrir neste processo qual o local ideal.

A teoria de Ausubel também divide a TAS em três tipos fundamentais, são elas as aprendizagens por: **representação, de conceitos e de proposições** (Rosa e Darroz, 2022). Na primeira o estudante estabelece relações cognitivas entre símbolo e significado, podemos pensar diretamente na relação de aprendizagem de uma nova língua. Trazendo para o âmbito da Física, em definições como corpo extenso e ponto material, os livros podem trazer como um ponto na página e abaixo dele escrito ponto material, em outra imagem como de um caminhão e logo abaixo a legenda de corpo extenso.

Aprendizagem de conceitos é um pouco mais complexa, uma vez que expande a ideia inicial de representação, trazendo agora uma definição ou critério explicativo para tal. Continuando a partir do exemplo anterior, no livro, logo após os símbolos utilizados deve conter: definições como a de ponto material e a de corpo extenso



David Ausubel E A Teoria Da Aprendizagem Significativa – TAS

A terceira aprendizagem mencionada, de proposições, abrange uma profundidade maior ainda pois vai envolver representações e conceitos simultaneamente para uma compreensão geral. Por exemplo, no assunto de centro de massa, para que o aluno comprehenda que um sistema de massas num plano bidimensional tem um centro de massa com uma localização específica mediante a fórmula ele precisa entender o que é o centro de massa, o que é massa e o que é posição em relação a um plano cartesiano.

Segundo Honorato et al (2018) há três tipos de aprendizagem que o sujeito pode utilizar para desenvolver seus conhecimentos, não exclusivamente com apenas uma deles envolvidas no processo, mas as utilizando em maior ou menor quantidade. São elas: a modalidade visual, a auditiva e a cinestésica.

Figura 5: Modalidades de aprendizagem .



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Trazendo essas modalidades para a Física na modalidade visual, em uma aula pode ser utilizado recursos como simulações virtuais onde o aluno atua ativamente em sua construção, como no experimento da Gangorra disponível no PhET Colorado, ou a partir de vídeos do YouTube com simulações gravadas por terceiros.

Um momento onde pode ser trabalhado tanto a modalidade visual como a auditiva pode ser a partir de discussões, como em uma atividade prática simulada que o aluno deve julgar e refletir para responder; trabalhar em grupo e ouvir o que os colegas tem a dizer pode leva-lo a alcançar o conhecimento.

David Ausubel E A Teoria Da Aprendizagem Significativa – TAS

A modalidade cinestésica é a mais interessante e desafiadora pois é onde vai necessitar de práticas, envolvendo experimentos com ferramentas, como encontrar o centro de massa de uma régua ou vassoura e mantê-las em estado de equilíbrio; ou práticas corporais como experienciar como o próprio centro de massa atua de acordo com a região de contato dos pés com o chão e a inclinação do corpo.

Em suma a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel baseia-se na ideia de que o novo conhecimento só será verdadeiramente aprendido se puder se ancorar em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Esse processo depende da existência de ideias prévias relevantes (subsunções), da disposição do aluno para aprender significativamente e do uso de materiais potencialmente significativos. No entanto, embora poderosa, essa teoria ainda se concentra majoritariamente nos aspectos cognitivos do aprendizado, deixando de lado elementos sociais, culturais e políticos que também influenciam o processo educativo.

Na seção a seguir, trataremos partindo dessa base, a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), proposta por Marco Antônio Moreira (2010), no qual amplia e aprofunda os pressupostos ausubelianos ao incorporar uma dimensão crítica ao processo de aprender. A seguir, serão explorados os princípios que estruturam essa teoria e que propõem um modelo de ensino mais participativo, reflexivo e transformador, no qual o aluno é compreendido como sujeito ativo, capaz de questionar, representar e ressignificar o conhecimento em diálogo com o mundo.

Marco Antonio de Moreira e A Teoria Da Aprendizagem Significativa Crítica – TASC

Marco Antonio Moreira, estudioso e difusor da teoria de Ausubel no Brasil, propôs a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), ampliando essa abordagem ao incorporar a dimensão crítica ao processo de construção do conhecimento. A TASC reconhece o aluno como sujeito ativo, situado em contextos históricos e sociais específicos, capaz de questionar, transformar e atribuir sentido ao que aprende. Para o professor, essa perspectiva é especialmente relevante porque exige que o ensino vá além da simples transmissão de conteúdos, estimulando o pensamento reflexivo, o diálogo e a articulação entre saberes escolares e a realidade vivida pelos alunos, tornando a aprendizagem mais contextualizada, crítica e transformadora.



Marco Antonio de Moreira e A Teoria Da Aprendizagem Significativa Crítica – TASC

A relevância de Moreira para a docência nos dias de hoje para a pesquisa e o Ensino de Ciências, com foco em Física, se dá pelos seus estudos na Cornell no qual foi orientado por Joseph Novak, discípulo de David Ausubel, criados da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) mencionada na seção anterior. Sob orientação de seus preceptores Moreira trouxe para o Brasil a TAS, tornando-se um dos principais divulgadores e estudiosos no país. Essa influência foi crucial para o fortalecimento das abordagens cognitivas e construtivistas no ensino de Física brasileiro (De Paulo, 2018).

Moreira (2010) a partir de seus estudos sobre os trabalhos de Postman e Weingartner de 1969, ele pontua que embora o papel da escola seja preparar o aluno para a vida em sociedade, que constantemente está em mudança, a escola ainda tem até hoje conceitos em foco e pontua alguns como sendo os mais evidentes como o papel da escola, até os dias atuais, o de direcionar os alunos a preceitos de verdades únicas, certezas fechadas, conceitos fixos, no qual os resultados são previsíveis e só tem um único caminho de consequência e de que o conhecimento só é conhecimento se foi transmitido por alguém de intelecto superior para eles.

Nesses moldes, a escola resulta em criar personalidades passivas, simples receptores, autoritários, de mente fechada às inovações e ideias que fujam ao que lhes foi imposto; cria uma sociedade de intolerantes, conservadores e inflexíveis a mudanças pela ilusão ensinada quanto às certezas. Moreira (2010) pontua que mesmo após anos de inovações, desenvolvimento das ciências, viagem do homem ao espaço, energia nuclear e avanços tecnológicos, a escola agregou novos focos ao seu modelo de educação que só acrescentou a lista valores que ainda tem como foco aspectos a manter a construção de personalidades passivas, uma vez que trata da informação apenas para ter, ter a tecnologia como algo essencial ao progresso e a qualidade de vida, consumismo consciente, globalização sem restrições e comércio desenfreado de toda e qualquer mercadoria.

A saída encontrada por Moreira (2010) para conseguir reverter essa criação contínua de personalidades passivas é a busca pela “aprendizagem significativa com atividades subversivas”, buscando sobretudo uma postura crítica afim de modificar os padrões da sociedade e sobreviver a contemporaneidade.

Marco Antonio de Moreira e A Teoria Da Aprendizagem Significativa Crítica – TASC

aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social que permite ao indivíduo participar de tais atividades mas, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade está se afastando tanto que não está mais sendo captada pelo grupo (Moreira, 2010, p. 7).

O ser crítico precisa ir além de uma perspectiva interna a situação, o sujeito crítico deve, ao mesmo tempo que participa do problema, ser capaz olhar para além dele. Nesta perspectiva, o autor amplia a ideia do sujeito deve aprender ao ver sentido ao que está lhe sendo ensinado, indo em direção a possibilidade da dúvida, do raciocínio, do questionamento e da construção de novos conceitos e teorias a partir da autonomia. Além disso, através deste tipo de aprendizagem o aluno será capaz de lidar de forma construtiva com as mudanças sem ser dominado por ele, administrar informações e usufruir do mundo moderno sem se deixar levar por ele.

Com o intuito de proporcionar uma aprendizagem significativa e visando facilitar a aprendizagem significativa crítica, Moreira (2010) propõe onze princípios, propostas plenamente viáveis e executáveis em sala de aula para proporcionar uma aprendizagem eficientemente subversiva.

Figura 6: Diagrama dos Princípios da TASC.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Marco Antonio de Moreira e A Teoria Da Aprendizagem Significativa Crítica – TASC

Ampliando um pouco mais vamos conceituar cada princípio:

- Princípio dos Conhecimentos Prévios: A aprendizagem significativa crítica começa com o que o aluno já sabe. Para Moreira (2010), os conhecimentos prévios são a variável mais importante no processo de aprender significativamente.
- Princípio da Interação Social e do Questionamento: O ensino deve partir de perguntas e não de respostas. A aprendizagem crítica exige diálogo e troca real de significados entre professor e aluno (Moreira, 2010).
- Princípio da Não Centralidade do Livro de Texto: O livro didático não deve ser a única fonte de conhecimento. Moreira (2010) defende o uso de múltiplas fontes e a criação de espaços abertos, investigativos e questionadores.
- Princípio do Aprendiz como Perceptor/Representador: O aluno é alguém que percebe o mundo e o representa com base em suas experiências. Segundo Moreira (2010), a percepção é a base da construção de conhecimento, e só muda quando o antigo conhecimento deixa de ser funcional.
- Princípio do Conhecimento como Linguagem: Conhecer é dominar a linguagem específica de cada disciplina. Aprender criticamente é entender essa linguagem como uma nova forma de ver o mundo (Moreira, 2010).
- Princípio da Consciência Semântica: O significado está nas pessoas e não nas palavras em si. Moreira (2010) destaca que essa consciência permite uma postura crítica diante dos discursos e amplia a negociação de sentidos.
- Princípio da Aprendizagem pelo Erro: Errar é parte natural do processo. Aprender criticamente, segundo Moreira (2010), é buscar o erro como forma de superação, rejeitando certezas absolutas.
- Princípio da Desaprendizagem: Nem todo conhecimento prévio é útil. Moreira (2010) propõe a necessidade de “desaprender” conceitos que impedem a construção de novos significados.
- Princípio da Incerteza do Conhecimento: Todo saber é provisório. O conhecimento é construído por meio de definições, perguntas e metáforas, que são criações humanas (Moreira, 2010).
- Princípio da Não Utilização do Quadro-de-Giz: O ensino deve superar práticas expositivas tradicionais. O “quadro-de-giz” simboliza uma aula mecânica, e Moreira (2010) sugere sua substituição por métodos ativos e participativos.
- Princípio do Abandono da Narrativa: O professor deve ouvir mais e falar menos. Para Moreira (2010), o conhecimento emerge do diálogo e da construção coletiva, rompendo com a centralidade da exposição oral.

Marco Antônio de Moreira e A Teoria Da Aprendizagem Significativa Crítica – TASC

Tendo em vista o exposto a aprendizagem significativa crítica tem como uma de suas propostas tirar o foco do professor e tornar o aluno o centro, o protagonista no seu processo de aprendizagem. O professor aqui se torna um mediador do processo e faz, como um de seus papéis, aprender a aprender e ensinar os alunos a aprender de forma autônoma e crítica (Moreira, 2010).

Ela não se limita ao domínio cognitivo, mas convoca o sujeito aprendente à tomada de consciência sobre o conhecimento, seu contexto e seus usos. Esse redirecionamento demanda a superação da mera narrativa docente e o investimento em práticas pedagógicas que promovam o questionamento, a reconstrução e a problematização das percepções dos alunos. A seguir, torna-se relevante aprofundar as distinções entre as abordagens clássica e crítica da teoria da aprendizagem significativa, situando os aspectos que as aproximam e, sobretudo, os que as diferenciam.

Diante do exposto, a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, proposta por Marco Antônio Moreira, amplia os fundamentos ausubelianos ao incorporar dimensões sociais, perceptivas e reflexivas ao processo de ensino e aprendizagem. Ao deslocar o foco do ensino transmissivo para práticas dialógicas, participativas e contextuais, Moreira propõe uma educação que transforma, que escuta e que convida à ressignificação constante do saber.

Tendo em vista essa ampliação, na seção a seguir, será discutido os principais contrapontos entre a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e sua releitura crítica feita por Moreira (2010), no qual serão apresentados os pontos de convergência e divergência entre ambas as abordagens, destacando como essas distinções impactam a prática docente e a forma como se concebe o ato de aprender. Em seguida serão exploradas as contribuições da TASC para o Ensino de Física, destacando suas potencialidades no favorecimento de aprendizagens mais críticas, ativas e significativas, em sintonia com as demandas contemporâneas da educação científica.

TAS X TASC

O papel do professor, nesse contexto, é o de apresentar conteúdos estruturados de maneira lógica e sequencial, e o do aluno, o de estabelecer ligações entre esses conteúdos e os conhecimentos que já possui. A estrutura é fortemente cognitiva e a ênfase está na estabilidade das relações significativas entre conteúdos. No entanto, Marco Antonio Moreira, ao longo de seus estudos e práticas pedagógicas, reconheceu a necessidade de uma ampliação dessa teoria frente aos desafios da educação contemporânea.

Para complementar o exposto vamos visualizar na figura abaixo os contrapontos entre a visão clássica e a visão crítica.

Figura 7: Exposição dos contrapontos entre a visão clássica e a crítica



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Embora a visão crítica seja uma ampliação da visão clássica de David Ausubel, ainda assim foi possível perceber as nuances em que uma levemente diverge da outra. Ambas as teorias podem ser trabalhadas juntas e observadas no processo de aprendizagem e também podem proporcionar reflexões valiosas para os professores na hora do seu planejamento.

Nesse cenário, a aprendizagem deve ajudar o aluno a não apenas compreender o mundo, mas também posicionar-se criticamente diante dele, evitando tanto o apego conservador ao que já se sabe quanto a alienação diante do novo.

TASC no Ensino de Física

Afinal, como essas concepções de aprendizagem podem contribuir para superar os desafios históricos e contemporâneos enfrentados por professores e estudantes no Ensino de Física?

Moreira destaca que o ensino de Física tem sido historicamente marcado por uma excessiva formalização matemática, pela ênfase na resolução mecânica de problemas e pela fragmentação conceitual, o que frequentemente afasta os estudantes e impede a construção de significados profundos.

A proposta crítica coloca o aluno como sujeito ativo do processo de construção do conhecimento, o que exige do professor uma prática que vá além da exposição tradicional e envolva os conhecimentos prévios dos estudantes e disposição para o diálogo entre saberes acadêmicos e saberes cotidianos. Assim, ao invés de focar exclusivamente na transmissão de conteúdos, o ensino de Física deve ser orientado para a formação de um pensamento crítico, investigativo e conectado com os desafios do tempo presente (Moreira, 2010).

O uso de laboratórios virtuais e jogos, por exemplo, pode sanar parte do problema e da justificativa de alguns professores para manter a aula tradicional, que é a ausência de laboratório e materiais. Com as simulações, a prática pode ser alcançada mesmo de forma virtual, podendo proporcionar uma aprendizagem mais ativa, logo significativa.

Além disso, é preciso considerar que o ensino de Física, quando orientado por uma aprendizagem significativa crítica, deve superar a ideia de neutralidade do conhecimento. Isso significa reconhecer que os conteúdos ensinados não são apenas ferramentas técnicas ou verdades absolutas, mas também expressam formas de ver o mundo e de interagir com ele. A TASC propõe que o ensino de Física incorpore questões contemporâneas como a crise climática, as desigualdades no acesso à tecnologia, o uso da ciência na indústria bélica e a relação entre ciência e poder.

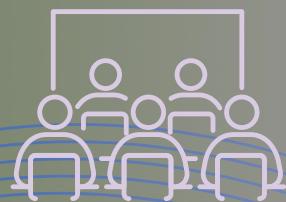
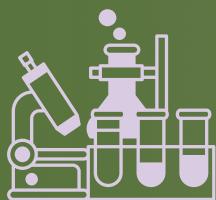
Dessa forma, a aprendizagem deixa de ser apenas significativa no sentido cognitivo e passa a ser também significativa no plano existencial e social e a teoria da aprendizagem significativa crítica, ao enfatizar o papel da percepção, da funcionalidade e do contexto sociocultural na aprendizagem, se apresenta como uma resposta coerente aos desafios elencados por Moreira (2021). Trata-se de uma proposta que reconhece a complexidade do ensino de Física e convida os educadores a uma prática mais dialógica, contextualizada e transformadora.



ENTRE SABERES, DISCURSOS E PRÁTICAS INVESTIGATIVAS

Tais caminhos foram traçados com base em um olhar investigativo sobre os processos de ensino e aprendizagem em Física, particularmente na temática da Estática do Corpo Rígido, considerando a relevância de práticas pedagógicas que promovam sentido e significância aos estudantes do Ensino Médio.

Neste cenário, destaca-se o aporte da pesquisa translacional, compreendida como uma metodologia que visa transformar saberes científicos em ações concretas e vice-versa, fazendo um movimento **Do Laboratório para a Sala de Aula**, essa abordagem orientou a estruturação da **Sequência Didática Interativa** adotada neste trabalho, favorecendo o diálogo entre os fundamentos da Física e as práticas de sala de aula.



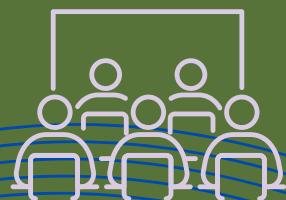
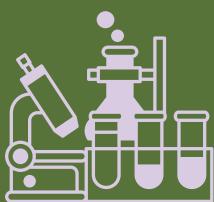
Do Laboratório para a Sala de Aula

A pesquisa translacional surgiu no campo da saúde, com o objetivo de encurtar a distância entre os avanços científicos e sua aplicação prática em benefício da sociedade. Com o tempo, esse conceito foi sendo ampliado e passou a ser incorporado também na educação, ganhando força como uma proposta de articulação entre o saber acadêmico e a realidade das salas de aula.

Na perspectiva educacional, a pesquisa translacional busca transformar o professor em sujeito ativo da produção do conhecimento, não apenas um executor de teorias prontas. Ela promove um movimento de ida e volta entre a teoria e a prática: os conhecimentos científicos embasam as ações pedagógicas e, ao mesmo tempo, as vivências escolares retornam como elementos para ressignificar e aprimorar a teoria (Colombo et al., 2019; Leal e Araújo, 2024).

Esse processo dialógico fortalece a construção de metodologias e produtos educacionais mais conectados com a realidade dos alunos, como a Sequência Didática Interativa (SDI) proposta neste trabalho. Ao adotar essa abordagem, o professor se torna pesquisador de sua própria prática, desenvolvendo ações mais críticas, criativas e transformadoras, em consonância com os princípios da aprendizagem significativa.

Nesse contexto, a pesquisa translacional se mostra como uma estratégia relevante, justamente por buscar traduzir o conhecimento produzido em contextos acadêmicos para situações concretas de ensino, respeitando as especificidades do ambiente escolar. A valorização do professor como sujeito ativo e reflexivo, que pesquisa e transforma sua própria prática, também aparece como um ponto de convergência entre o pensamento de Moreira (2010) e os princípios da pesquisa translacional (Colombo et al., 2019). Dessa forma, as potencialidades dessa abordagem ganham força ao dialogar com uma proposta de ensino que se fundamenta na crítica, na mediação significativa e na transformação social.



Sequência Didática Interativa: Do Papel à Ação

O conceito de sequência didática (SD) surgiu na década de 1980, na França, como uma tentativa de integrar conteúdos fragmentados. No Brasil, ganhou força a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais nos anos 1990. Zabala (1998) define a SD como um conjunto estruturado de atividades pedagógicas com objetivos definidos, organizadas de forma progressiva e lógica. Essa organização favorece o encadeamento dos conteúdos, facilitando a compreensão dos alunos.

Autores como Ugalde e Roweder (2020) reforçam que a SD deve articular conteúdos e objetivos de forma clara, promovendo uma progressão coerente que valorize a mediação docente. Assim, temas complexos podem ser abordados com base em conhecimentos prévios, permitindo um avanço gradual e significativo.

Nas últimas décadas, essa concepção foi ampliada com a inserção de práticas mais participativas, resultando na proposta da Sequência Didática Interativa (SDI). Essa abordagem incorpora elementos do construtivismo e do diálogo, promovendo a participação ativa do estudante na construção do conhecimento. A SDI parte da escuta das hipóteses e dúvidas dos alunos, fomentando investigações e reflexões em sala de aula. O professor deixa de ser apenas aplicador e passa a atuar como mediador crítico, capaz de adaptar o percurso pedagógico conforme as interações se desenvolvem.

A SDI se articula diretamente à TASC, ao reconhecer que o conhecimento não é neutro nem isolado, mas atravessado por aspectos sociais, culturais e políticos. Como destaca Moreira (2011), a aprendizagem só se torna crítica quando os alunos são estimulados a interpretar, questionar e ressignificar os saberes à luz de sua realidade. Nesse sentido, a SDI oferece um caminho para um ensino de Física que vá além da memorização, promovendo aprendizagens com sentido, diálogo e criticidade.

Com base nesses princípios, foi elaborada uma proposta de intervenção composta por aulas encadeadas que priorizam a problematização, a experimentação e o diálogo com os conhecimentos prévios dos estudantes.



A Sequência Didática Interativa: Aula por Aula



A Sequência Didática Interativa: Aula por Aula

Quadro 01: Descrição da SDI.

| Nº da Aula | OBJETIVO ESPECÍFICO | ATIVIDADES DESENVOLVIDAS |
|------------|--|--|
| 01 | Verificar os conhecimentos prévios. Introduzir os conceitos básicos: ponto material, corpo extenso e centro de massa. | Balanço Inicial: Explorando o Ponto de Partida. Aplicação do pré-teste para buscar os conhecimentos prévios dos alunos (Ausubel, 2003). Foram respondidos questionários de modo individual utilizando a plataforma Quizizz com perguntas subjetivas afim de construir os subsunções da turma para nortear os próximos encontros. |
| 02 | Aprofundar os conceitos de estática, tratando sobre equilíbrio. Aplicar os conceitos na prática | Caça ao Centro de Massa. Sensibilização sobre a temática, contextualizando a partir dos subsunções observados no pré-teste. Em seguida foi iniciado os conceitos de forma científicamente estruturada e logo colocado a teoria em prática com as experiências descritas posteriormente no figura 08. |

Fonte: Elaboração própria, 2025.

A Sequência Didática Interativa: Aula por Aula

Quadro 01: Descrição da SDI.

| Nº da Aula | OBJETIVO ESPECÍFICO | ATIVIDADES DESENVOLVIDAS |
|------------|--|--|
| 03 | Introduzir novos conceitos a partir do resgate de vivências | Controle Corporal e Torque: A Física do Cotidiano. Aproveitando alguns conceitos da aula anterior, o momento foi iniciado falando sobre a aplicação do centro de massa nas práticas esportivas e no decorrer da aula, foi continuada a aula expositiva para ensinar os conceitos formais sobre torque. |
| 04 | Aplicar os conceitos vistos na aula anterior em uma simulação. Utilizar da simulação para livremente experienciar o que acontece em situações de gangorra. Exercitar os conceitos vistos através de um jogo. | Missão Equilíbrio 1. Foram resgatados alguns conceitos para criar uma ancoragem entre o assunto visto mediante esta SD e anteriores ao tema, afim de embasar as práticas seguintes. Através da simulação Balancing Act, na plataforma Phet Colorado, os alunos puderam experimentar em dois ambientes com níveis de profundidade de conhecimentos diferentes, os conceitos vistos. Ainda na mesma plataforma, eles utilizaram de um jogo para verificar seus conhecimentos, discutindo em equipe as tomadas de decisões. |

Fonte: Elaboração própria, 2025.

A Sequência Didática Interativa: Aula por Aula

Quadro 01: Descrição da SDI.

| Nº da Aula | Nº DE ALUNOS | OBJETIVO ESPECÍFICO | ATIVIDADES DESENVOLVIDAS |
|------------|--------------|--|---|
| 05 | 16 | Exercitar os conceitos vistos através de um jogo simulado. Verificar as respostas às perguntas relacionadas ao jogo. Construir afirmações acerca de estática do corpo rígido para compor o jogo Física: fato ou farsa. | Missão Equilíbrio 2 e Fatos e Farsas na Visão dos Alunos. Neste encontro os alunos fizeram a execução do segundo jogo de equilíbrio e colocaram suas respostas e reflexões a cerca das perguntas dos jogos das duas simulações. No momento de fazer as afirmações, os alunos foram provocados a rever e refletir sobre os conceitos vistos afim de criar afirmações verdadeiras e falsas sobre o tema para compor o jogo. |
| 06 | 19 | Apresentar o jogo criado a partir das afirmações criadas pelos alunos. Observar junto com eles os resultados gerais da turma. Aplicar o pós-teste para verificar os conceitos apreendidos por eles durante a pesquisa. | Física: Fato ou Farsa e Balanço Final. Aplicação do jogo de afirmações criadas por eles, discussão dos resultados obtidos, tratando as afirmações feitas, conectando aos conceitos e explicando o porquê de algumas das afirmações serem uma farsa, no intuito de conectar possíveis aspectos dos conceitos que não estavam consolidados. Captura das reflexões e respostas acerca de estática do corpo rígido, através dos pós-teste com perguntas similares e mais estruturadas que no pré-teste. |

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Plano de Aula



Duração: 50 min

Tema: Estática do corpo rígido - diagnóstico inicial

Objetivo

Verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Estática do Corpo Rígido, utilizando um questionário gamificado com questões objetivas e subjetivas como ponto de partida para a construção de subsunções (Ausubel, 2003).

Recursos Didáticos

- Pré-teste impresso ou digital;
- Plataforma Quizizz (pré-teste digital);
- Computadores ou celulares com acesso à internet (pré-teste digital).

Etapas da Aula

Acolhida / Contextualização

- Abertura da aula com um momento de sensibilização: apresentação da proposta da pesquisa e breve introdução do tema que será aprofundado nas próximas aulas.

Desenvolvimento

- Aplicação de um questionário gamificado na plataforma Quizizz, nomeado como “Balanço Inicial”

Avaliação

Análise das respostas subjetivas e objetivas como ferramenta diagnóstica para levantamento de conceitos prévios

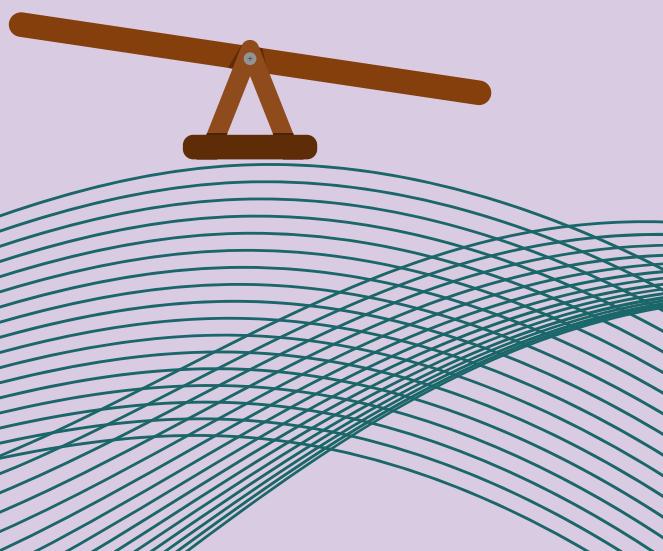
AULA 01 - BALANÇO INICIAL: EXPLORANDO O PONTO DE PARTIDA

O objetivo desta aula foi verificar os conhecimentos prévios que os alunos têm sobre Estática do Corpo Rígido, utilizando um questionário gamificado na plataforma Quizizz com questões objetivas e subjetivas para construir os subsunções da turma (Ausubel, 2003).

Inicialmente foi feita uma sensibilização, cerca de 10 min, abrindo um diálogo sobre a presente pesquisa e uma breve introdução do que aconteceriam nas aulas subsequentes. Neste momento foi comentando também situações do cotidiano que eles pudessem ter experienciado tais fenômenos tema da pesquisa, sem qualquer aprofundamento de conceitos.

Em seguida foi compartilhado o link do questionário gamificado na plataforma Quizizz que continham questões subjetivas, que objetivavam capturar conceitos prévios, com sua própria linguagem e forma de falar. Devido a problemas de conexões na escola, a estimativa de tempo de resposta dos aluno foi superior ao planejado, que era o tempo máximo de 20 a 25 minutos, durou cerca de 35 minutos, não restando tempo para seguir com o planejamento de conceitos iniciais.

Todas as perguntas estão descritas no quadro 02 a seguir:



AULA 01 - BALANÇO INICIAL: EXPLORANDO O PONTO DE PARTIDA

Quadro 02: Perguntas do pré-teste para captura dos conhecimentos prévios.

PRÉ-TESTE : BALANÇO INICIAL

1.

O que você entende por "equilíbrio" no contexto da vida cotidiana? Dê um exemplo.

2.

Você já ouviu falar no termo "centro de massa"? Se sim, como você o descreveria com suas próprias palavras?

3.

Quando você anda de bicicleta ou fica em pé sobre um pé só, o que faz para manter o equilíbrio?

4.

Pense em um brinquedo que balance, como uma gangorra ou um boneco que sempre volta à posição inicial. Por que ele não cai completamente?

5.

O que acontece se você tentar empurrar a porta perto da dobradiça?

Fonte: Elaboração própria, 2025.



Plano de Aula

Caça ao Centro de Massa



Duração: 50 min

Tema: Centro de massa

Objetivo

Introduzir os conceitos científicos de ponto material, corpo extenso e centro de massa, a partir dos conhecimentos prévios observados no pré-teste. Explorar o equilíbrio do ponto material, distinguindo entre equilíbrio dinâmico e estático, bem como entre equilíbrio estável, instável e indiferente. Realizar práticas experimentais e corporais para vivenciar os conceitos teóricos, aliando teoria e prática.

Recursos Didáticos

- Objetos simples: régua, cabo de vassoura, faca sem corte, fita ou bastão;
- Cadeiras;
- Quadro ou slides com esquemas teóricos.

Etapas da Aula

Acolhida / Contextualização

- Relembre brevemente a atividade anterior (pré-teste "Balanço Inicial") e explique que, a partir das respostas dos alunos, será construída a base teórica da aula;
- Estimule a curiosidade com perguntas como: "Você já tentou equilibrar uma régua na mão? Por que algumas posições são mais fáceis de equilibrar do que outras?"

Desenvolvimento

- Aula expositiva dialogada com introdução aos conceitos de ponto material, corpo extenso e centro de massa.
- Em seguida, explicação sobre o equilíbrio de corpos, destacando os tipos: equilíbrio estático, dinâmico, estável, instável e indiferente.

Avaliação

- Participação ativa nas discussões e práticas
- Observações qualitativas durante a execução das práticas

Aula 02 - Caça ao Centro de Massa

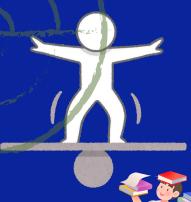


O primeiro objetivo desta etapa foi introduzir os conceitos científicos a partir do que foi observado no pré-teste, estruturando a partir da ancoragem dos conhecimentos, iniciando pela ideia de ponto material, corpo extenso e centro de massa com uma aula expositiva dos conceitos. Em seguida foi dado continuidade tratando sobre equilíbrio do ponto material, diferenciando equilíbrio dinâmico de estático e tratando de equilíbrio estável, instável e indiferente.

O segundo momento da aula foi praticar os conceitos vistos em sala, utilizando de materiais de baixo custo e o próprio corpo fazendo as seguintes práticas descrita na figura abaixo:

Figura 8: Proposta de práticas de Estática do Corpo Rígido

PRÁTICAS SIMPLES DE ESTÁTICA DO CORPO RÍGIDO



CAÇA AO CENTRO DE MASSA

Equilibrar objetos no dedo como régua, caneta, cabo de vassoura, ou qualquer objeto alongado.



SALTANDO COM A FÍSICA

Saltar em 3 posições verticalmente: braços pra baixo, braços abertos e braço para o alto.



OS LIMITES DO EQUILÍBRIOS

Tentar tocar os pés inclinando o corpo para a frente afastado da parede e com o quadro e pés encostados na parede.

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Aula 02 - Caça ao Centro de Massa



Tais práticas na figura 8 consistem em provocar os alunos a aliar teoria-prática na hora de executar o que está fazendo. A partir da experiência mais simples, Caça ao Centro de Massa, os alunos puderam experienciar como é tentar equilibrar alguns objetos, os escolhidos foram um cabo de vassoura, uma régua e um objeto encontrado no kit de laboratório da escola e um marcador de texto maior do que os convencionais

Figura 9: Aluno praticando encontrar o centro de massa com o material do laboratório



Fonte: Arquivo própria, 2025.

Aula 02 - Caça ao Centro de Massa



A segunda prática da figura 8 foi Saltando Com a Física, está atividade foi inspirada em movimentos circenses e de jogos observados e desenvolvidos de autoria própria. A prática trata de colocar dois alunos sobre duas cadeiras com um bastão, ou fita, para marcar a altura de um salto; um terceiro aluno fica no chão a frente dos demais e salta em três posturas diferentes. Primeira postura foi um salto um pouco mais livre, mas com os braços verticalmente para baixo; observa-se a altura que o aluno conseguiu saltar. Segunda postura, o aluno abriu os braços fazendo um desenho horizontal com eles e saltou, também foi observado sua altura do salto. Terceira e última postura o aluno posicionou os braços verticalmente para cima para saltar e foi observado também a altura que ele conseguiu saltar.

Figura 10: Aluno praticando o salto vertical com os braços abertos.



Fonte: Arquivo própria, 2025.

Aula 02 - Caça ao Centro de Massa

Figura 11: Aluno praticando o salto vertical com os braços para cima.



Fonte: Arquivo própria, 2025.

A terceira prática escolhida, descrita no quadro 03, foram Os Limites do Equilíbrio. Esta prática consiste em observar o comportamento do centro de massa mediante a região de contato dos pés com o chão. Este momento se inicia com uma explicação relacionada a região de contato, onde a professora mostrou posições básicas de pé com os pés juntos, com os pés afastados na linha do quadril e depois afastando mais ainda. Foi mencionado posturas de lutas, algumas artes marciais que posições base de luta, onde o lutador não está atacando e nem defendendo, ele está apenas mantendo para tomar as próximas atitudes.

Figura 12: Alunos experimentando o limite do equilíbrio e do tombamento.



Fonte: Arquivo própria, 2025.

Plano de Aula

Controle corporal e Torque: a Física do Cotidiano

Duração: 50 min

Tema:

Torque

Objetivo

Retomar os conceitos de centro de massa e equilíbrio a partir das vivências esportivas dos alunos. Estimular reflexões sobre equilíbrio corporal em atividades esportivas como basquete, promovendo a aprendizagem significativa por meio da ancoragem dos conhecimentos prévios. Introduzir o conceito de Momento de uma Força (Torque), relacionando com situações do cotidiano.



Recursos Didáticos

- Porta da sala de aula;
- Participação corporal dos alunos;
- Quadro ou slides com esquemas teóricos.

Etapas da Aula

Acolhida / Contextualização

- Início com resgate dos principais pontos da aula anterior por meio de perguntas reflexivas sobre as práticas realizadas.

Desenvolvimento

- Apresentação do conceito de Momento de uma Força (Torque);
- Exercícios mentais e visuais com exemplos progressivos;
- Ênfase na construção do significado a partir de experiências já vividas ou compartilhadas pelos alunos.

Avaliação

- Participação ativa nas discussões e demonstrações práticas. Observação qualitativa da apropriação da linguagem científica ao final da aula

Aula 03: Controle corporal e Torque: a Física do Cotidiano



A aula teve início com o resgate dos principais pontos abordados na aula anterior, buscando retomar conceitos por meio das vivências e de exercícios mentais relacionados a situações do cotidiano. Ao final da aula anterior, um aluno comentou que ele fazia alguns treinos no basquete que utilizava dos conceitos que estavam sendo exposto, logo, com base nas experiências relatadas por eles, a abordagem voltou-se para o contexto esportivo, considerando o perfil da turma, composta majoritariamente por estudantes bastante ativos em práticas esportivas, onde um aluno voluntariamente expos em nome dos demais o seguinte exercício.

Figura 13: Demonstração pró-ativa do aluno quanto aos movimentos do basquete com o CM.



Fonte: Arquivo própria, 2025.

A figura 13 é uma demonstração que o aluno fez referente a um de seus exercícios no basquete, no qual consiste em estar com a bola na mão, equilibrar-se sobre uma perna só, levar a bola até o chão, sem colocar os dois pés no chão e depois levantar, fazendo um movimento típico do basquete em direção a um arremesso ainda se equilibrando em uma perna só; todo este movimento sem cair, sem trocar a perna de base e sem tocar o outro pé no chão.



Aula 03: Controle corporal e Torque: a Física do Cotidiano



A partir desta oportunidade, foram promovidas reflexões sobre os treinos que realizam, destacando como esses momentos exigem o controle do corpo mesmo em situações nas quais o centro de massa se encontra em posições desfavoráveis (Micha e Ferreira, 2013). Alguns deles refletiram e quiseram tentar, mesmo não tendo um viés esportivo, valorizando ainda mais a experiência acima do conteúdo meramente expositivo (Ausubel, 2003; Moreira, 2010).

Na segunda parte da aula, foram introduzidos os conceitos de Momento de uma Força, também conhecido como Torque. A abordagem seguiu a proposta de utilizar exercícios mentais e visuais baseados em situações cotidianas (Geekie one, 2025), estimulando a problematização e a aplicação prática do conteúdo de forma progressiva, indo do nível fácil ao nível mais avançado (Ausubel, 2003). Foi exposto o exemplo clássico da porta, com a da própria sala, aplicando força em pontos distantes da maçaneta e próximo às dobradiças. Algo menos cotidiano deles, mas ainda assim realista, foi exemplificar a dificuldade de girar um objeto no próprio ponto de giro, ao tentar abrir um parafuso sem o uso de uma chave ou um pote de vidro.

De todos o conceito aparentemente mais familiar foi o da porta, pois muitos relataram já ter tentado fechar a porta empurrando próximo a dobradiça e não terem conseguido, o que os proporcionou uma vivência e a construção do significado de que: longe da maçaneta, fica muito mais difícil (Moreira, 2010). Este foi um subsunçor presente no pré-teste onde os alunos demonstraram significados sem a presença de vocabulário ou estruturação das palavras corretamente para explicar, ausência esta que teve a presente aula da SDI (Ugalde e Roweder, 2020) foi construída a fim de dar subsídios aos conhecimentos para ser ancorado da forma correta alinhada a linguagem da Física (Moreira 2010).



Plano de Aula

Missão Equilíbrio



Duração: 50 min

Tema: Vetores, Forças e Simulação de Equilíbrio com Gangorras

Objetivo

Relembrar os conceitos fundamentais de vetores e forças aplicadas ao equilíbrio de corpos. Aplicar os conceitos de torque e equilíbrio em simulações digitais realistas. Estimular o raciocínio em grupo e a construção coletiva de hipóteses com base em situações-problema. Verificar o processo de aprendizagem por meio de gamificação e registro de resultados em grupo.

Recursos Didáticos

- Plataforma PhET Colorado: Balancing Act;
- Computadores, celulares ou tablets com acesso à internet;
- Caderno para anotações e discussões em grupo;
- Plataforma Quizizz para envio dos resultados.

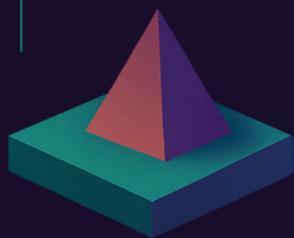
Etapas da Aula

Acolhida / Contextualização

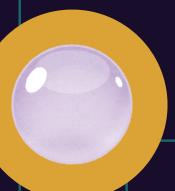
- Retomada dos conceitos de vetores, massa e força, fundamentais para compreender o funcionamento de ferramentas, gangorras e equilíbrios de objetos;
- Breve revisão com exemplos do cotidiano e perguntas instigadoras como: "Por que é mais fácil levantar um objeto pesado com uma alavanca longa?"

Desenvolvimento

Plataforma utilizada: [PhET Colorado – Balancing Act](#)



Balancing Act



Plano de Aula

Missão Equilíbrio



Duração: 50 min

Tema: Vetores, Forças e Simulação de Equilíbrio com Gangorras

Etapas da Aula

Desenvolvimento

Plataforma utilizada: PhET Colorado – Balancing Act

Etapa 1 – Intro e Balance Lab:

- Os alunos exploraram livremente os dois modos iniciais da simulação, testando diferentes massas, posições e observando o comportamento da gangorra.

Etapa 2 – Game (Fig. 4.2):

- Em grupos de 3 a 4 alunos, jogaram o modo game, com desafios sequenciais e pontuação;
- Cada grupo discutiu as decisões de posicionamento, registrou as hipóteses e tirou prints da pontuação. Um integrante ficou responsável por anotar e explicar cada escolha feita;
- Observação: Devido ao tempo, o envio das respostas no Quizizz foi deixado para a aula seguinte.

Atividade de Consolidação

- Cada grupo acessará o Quizizz e enviará suas respostas com justificativas e os prints tirados durante o jogo;
- Essa devolutiva serve como instrumento diagnóstico no meio da sequência didática, permitindo observar se houve consolidação ou reestruturação dos subsunções (Ausubel, 2003).

Avaliação

Participação ativa na simulação e nos debates em grupo. Qualidade das justificativas registradas nas respostas do Quizizz. Clareza conceitual demonstrada nas decisões e nos prints de pontuação. Capacidade de aplicar os conceitos físicos a situações virtuais e cotidianas



Balancing Act



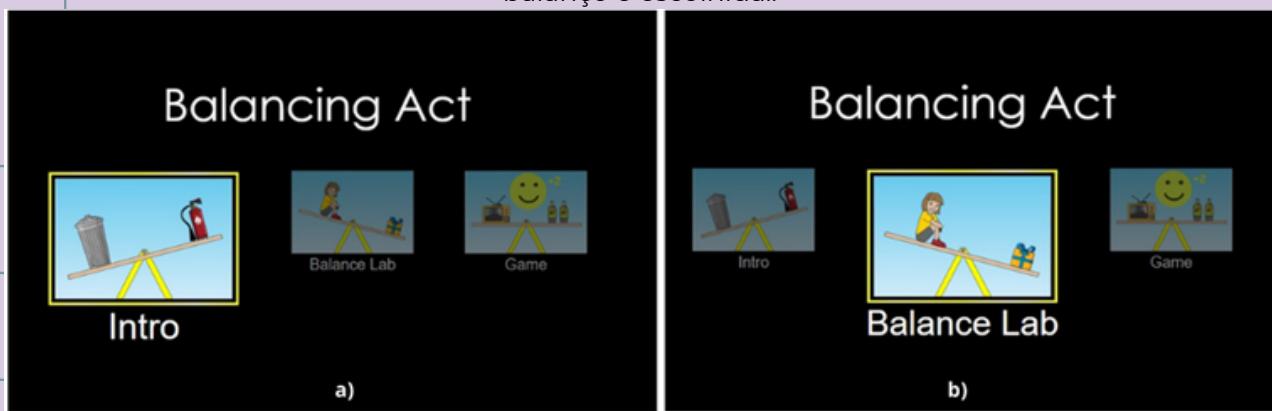
Aula 04: Missão Equilíbrio 1



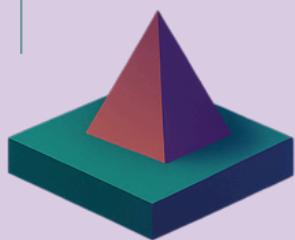
Resgatando conceitos de forças e vetores, está aula teve como objetivo aplicar os conceitos vistos na aula anterior em uma simulação. Inicialmente os alunos foram guiados a relembrar os conceitos de vetores, assunto este do início do 1º ano do Ensino Médio, no qual é fundamental para entender a dinâmica de fenômenos como gangorra e ferramentas.

Em continuidade, o uso da plataforma PhET Colorado foi fundamental para os alunos pois proporcionou dois momentos distintos. A simulação Balancing Act esta disponível no link no final desta página, de uso dentro da temática: intro e balance act são acessos de simulações de situações cotidianas apenas para treinar os conceitos. A terceira atividade é a game que é uma atividade gamificada similar às duas primeiras, porém com pontuação, a sequência de fases dos jogos é a mesma, só muda alguns detalhes como troca o humano por uma lata de lixo, ou um extintor por uma TV.

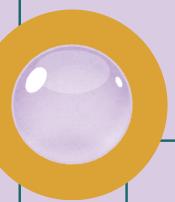
Figura 14: Painel de entrada da atividade Balancing Act da plataforma Phet Colorado. a) Quando a opção de atividade introdutória é escolhida. b) Quando a opção de laboratório de balanço é escolhida..



Fonte: Adaptação própria a partir do painel da prática Balancing Act PhET Interactive Simulations. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_all.html.



Balancing Act

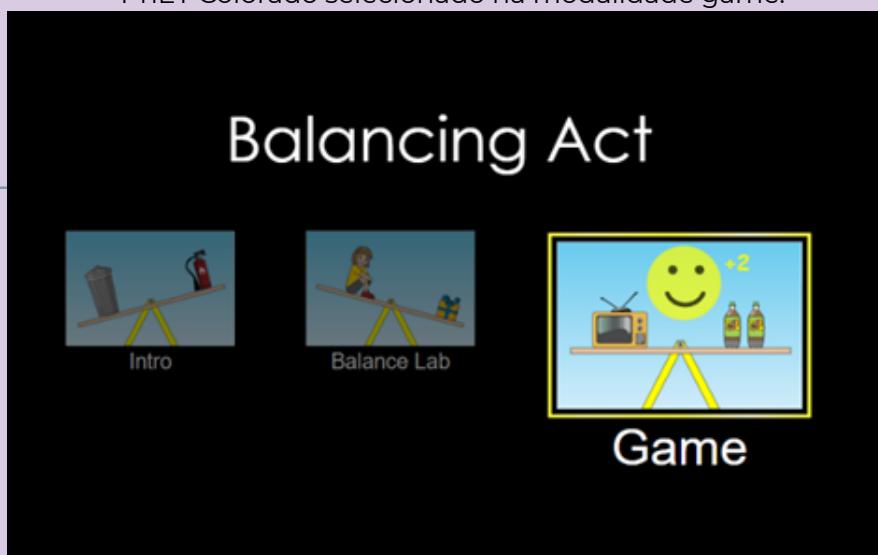


Aula 04: Missão Equilíbrio 1

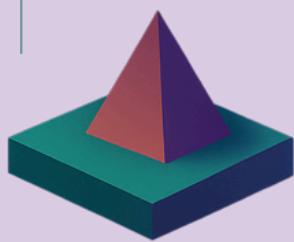


No primeiro os alunos utilizaram as atividades expostas na figura 14: intro e balance lab e com elas puderam experienciar o balanço de uma gangorra para entender a relação da distância do ponto de apoio, a massa colocada e como alcançar uma situação de equilíbrio, também puderam identificar o que irá acontecer com a gangorra de acordo com cada situação proposta. Na atividade introdutória da figura 14a) os alunos tiveram apenas uma gangorra e alguns objetos pesados; já na de laboratório de balanço na figura 14b) eles tinham mais massas definidas e corpos surpresas para explorar.

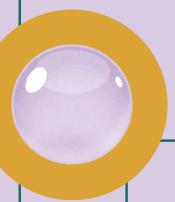
Figura 15: Painel de entrada da atividade Balancing Act da plataforma PhET Colorado selecionado na modalidade game.



Fonte: Phet Interactive Simulations. Disponível em:
https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_all.html.



Balancing Act

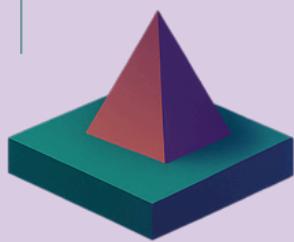


Aula 04: Missão Equilíbrio 1

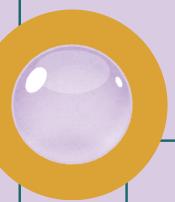


Por fim, os alunos utilizaram a simulação de Game como na figura 15, formaram grupos entre 3 a 4 alunos e utilizando o próprio PhET Colorado, os alunos jogaram um com práticas rápidas de equilibrar a gangorra para verificar que nível de domínio eles estão desses conceitos. Na dinâmica, todos os grupos discutiram entre os integrantes: o que fazer e o que ia acontecer diante da decisão, de acordo com o questionamento da fase do jogo, um integrante ficou responsável por anotar o resultado da discussão do grupo e a cada etapa eles tiraram print da pontuação e explicaram brevemente o porquê de suas escolhas de resposta.

Esta atividade consistiu em um teste para verificar como estava o processo de aprendizagem tendo em vista que este conteúdo se localizou no meio da Sequência Didática Interativa. As perguntas referentes a este teste foram colocadas novamente na plataforma Quizizz, onde um aluno responsável por grupo enviou os prints das respectivas pontuações e digitou a resposta do grupo para a pergunta. Devido ao tempo, o jogo foi iniciado, eles tomaram nota e somente na aula seguinte enviaram as respostas no questionário.



Balancing Act



Plano de Aula

Missão Equilíbrio



Duração: 50 min

Tema: Simulação de Equilíbrio com Gangorras.

Objetivo

Consolidar o aprendizado sobre Estática do Corpo Rígido por meio da Missão Equilíbrio 2. Verificar se houve aprendizagem significativa e transformação dos subsunções com base em respostas justificadas. Promover o uso da linguagem científica e a autoria dos alunos na elaboração de afirmações corretas e incorretas no jogo Física: Fato ou Farsa.

Recursos Didáticos

- Plataforma PhET Colorado (simulação de equilíbrio);
- Plataforma Quizizz para coleta e análise das respostas;
- Livro didático dos alunos;
- Acesso à internet (laboratório de informática, celulares ou sala multimídia).

Etapas da Aula

Acolhida / Contextualização

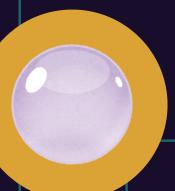
- Abertura com retomada das respostas do questionário da Missão Equilíbrio 1, realizadas na aula anterior e da Missão Equilíbrio 2 desta aula

Desenvolvimento

- Aplicação da simulação do jogo disponível na plataforma PhET Colorado, utilizando os níveis 1 e 2 do jogo interativo;
- Os alunos acessaram a simulação e responderam questões via Quizizz, com foco em justificar as escolhas feitas durante o jogo;



Balancing Act



Plano de Aula

Missão Equilibrio



Duração: 50 min

Tema: Simulação de Equilíbrio com Gangorras.

Etapas da Aula

Desenvolvimento

- A atividade foi estruturada para observar indícios de aprendizagem significativa (Ausubel, 2003) e se houve reestruturação de conceitos anteriores.

Prática Autoral – Física: Fato ou Farsa

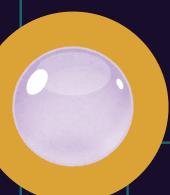
- Em grupos, os alunos criaram afirmações relacionadas ao conteúdo da sequência didática;
- Cada grupo elaborou afirmações que deveriam ser propositalmente verdadeiras (Fato) ou falsas (Farsa), utilizando como apoio seus livros e fontes externas confiáveis;
- As afirmações falsas deveriam ser corrigidas com justificativas conceituais, fortalecendo a consolidação do conteúdo e o uso da linguagem científica.

Avaliação

Participação nas simulações e nos questionários com justificativas. Capacidade de argumentação científica ao justificar e corrigir afirmações incorretas



Balancing Act



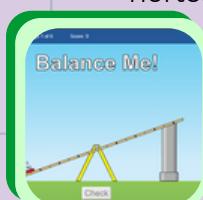
Aula 05: Missão Equilíbrio 2



O objetivo desta aula consistiu em dar continuidade da Missão Equilíbrio e construir as afirmações acerca de estática do corpo rígido para compor o jogo de verdades e mentiras deles. Devido ao tempo os alunos só conseguiram fazer uma fase do jogo e tomar nota, logo metade desta aula foi composta por colocar as respostas na plataforma Quizizz mediante as perguntas da aula anterior e fazer a Missão Equilíbrio 2, postando também as suas respostas do questionário.

Segue no quadro 03 as perguntas e as imagens para auxiliar a eles saberem a que se refere a questão do Missão Equilíbrio 1.

Quadro 03: Questionário do teste intermediário da SDI, perguntas e imagens norteadora para os alunos enviarem suas respostas da Missão Equilíbrio 1.



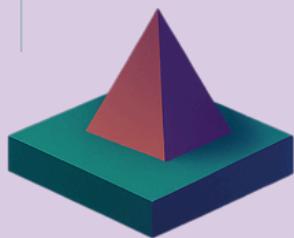
1. Onde posicionar o peso de 5 kg para que fique em equilíbrio? Justifique sua resposta.



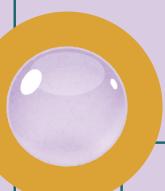
2. O que vai acontecer? Justifique sua resposta.



3. Onde o peso pode ser colocado para que a gangorra fique em equilíbrio? Por que neste local acontece o equilíbrio?



Balancing Act



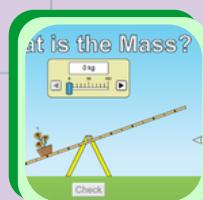
Aula 05: Missão Equilíbrio 2



4. Qual a massa do corpo? Como você chegou nesta conclusão?



5. O que vai acontecer? Justifique sua resposta.

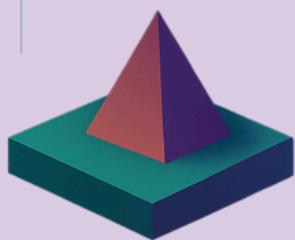


6. Qual a massa do corpo? Como chegou a esta conclusão?

Fonte: Elaboração própria, 2025.

O quadro 04 tem como intuito mostrar todas as perguntas que foram colocadas na Missão Equilíbrio 1, como é possível ver através das imagens o site pode estar em inglês, logo todas as perguntas tiveram como intuito traduzir o sentido do que estava sendo questionado. Todas, com exceção da questão 7, foram solicitadas justificativas subjetivas para verificação se houve uma aprendizagem significativa (Ausubel, 2003) e se foi possível observar algum aspecto da aprendizagem significativa crítica (Moreira, 2010).

Segue abaixo no quadro 04 as perguntas e imagem do Missão Equilíbrio 2:



Balancing Act



Aula 05: Missão Equilíbrio 2



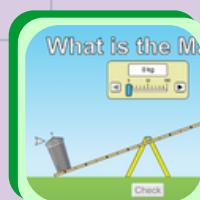
Quadro 04: Questionário do teste intermediário da SDI, perguntas e imagens norteadora para os alunos enviarem suas respostas da Missão Equilíbrio 2.



1. O que vai acontecer? Justifique sua resposta.



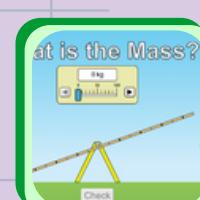
2. Onde colocar o peso para equilibrar? Justifique sua resposta.



3. Qual a massa? Como você chegou a esta conclusão?



4. O que vai acontecer? Justifique sua resposta.

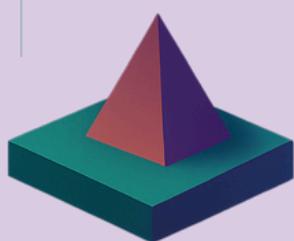


5. Qual a massa? Como você chegou a esta conclusão?

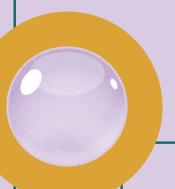


6. Onde posicionar o corpo para equilibrar a balança? Justifique sua resposta.

Fonte: Elaboração própria, 2025



Balancing Act



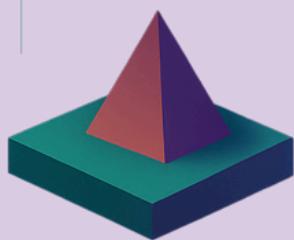
Aula 05: Missão Equilíbrio 2



A missão equilíbrio 2 contida no quadro 05 trouxe algumas situações um pouco mais complexas, o game da plataforma PhET Colorado traz quatro níveis diferente para os alunos se divertirem, pelos alunos eles fariam todos, porém devido ao tempo os níveis 1 e 2 escolhidos foram suficientes para a presente pesquisa. Continuando com a captura de dados através do Quizizz e justificativas de respostas afim de coletar novos dados, para observar se os subsunçores se modificaram no processo e se houve a ancoragem de novos conceitos (Ausubel, 2003).

Neste segundo momento desta aula foi destinado a provocar os alunos a escrever algo de autoria própria acerca dos conceitos vistos. O jogo Física: Fato ou Farsa, consiste em um jogo simples de verdadeiro, chamado aqui de fato, ou falso, nomeado aqui como farsa. O jogo pode ser simples, mas a sua construção pôde proporcionar a verificação do nível de aprendizagem do aluno.

Os alunos foram instigados a montar afirmações acerca do conteúdo onde está sua afirmação teve que ser conscientemente um fato ou uma farsa. Em grupos eles enviaram afirmações proporcionais a quantidade de membros do grupo, eles puderam neste momento utilizar de recurso didático, o livro deles, e também de pesquisa externa para poder dar um suporte teórico para eles pois além das afirmações, eles deveriam corrigir as afirmações falsas que eles enviaram.



Balancing Act



Plano de Aula



Duração: 50 min

Tema:

Revisão lúdica e pós teste

Objetivo

Revisar os principais conceitos da sequência didática por meio do jogo Física: Fato ou Farsa, construído com base nas afirmações dos próprios alunos. Promover a reflexão e a argumentação científica ao permitir que os autores expliquem as afirmações e suas correções. Aplicar o pós-teste como instrumento de verificação da aprendizagem significativa e reestruturação conceitual.

Recursos Didáticos

- Pós-teste impresso ou digital
- Plataforma Quizizz (pós-teste digital)
- Computadores ou celulares com acesso à internet (pós-teste digital)
- Data-show

Etapas da Aula

Acolhida / Contextualização

- Introdução ao jogo Física: Fato ou Farsa, criado com base nas afirmações feitas pelos próprios alunos na aula anterior;
- Explicação das regras do jogo e do funcionamento da plataforma Quizizz para esta atividade.

Desenvolvimento

- Os alunos jogaram individualmente pelo Quizizz, interagindo com as afirmações elaboradas por seus colegas;
- As afirmações foram acompanhadas por imagens, algumas elaboradas no Canva pelos alunos, tornando a atividade mais visual e envolvente;

Plano de Aula



Duração: 50 min

Tema:

Revisão lúdica e pós teste

Etapas da Aula

Desenvolvimento

- Após todos finalizarem foi exposto, fazendo de um data show, as quantidades de acertos por questão e quanto cada aluno acertou;
- A cada pergunta, após a resposta, o conceito por trás da afirmação foi explicado pela professora e, quando possível, pelo autor da questão;
- Discussões pontuais foram incentivadas, estimulando a argumentação e a correção de ideias erradas com base em evidências e fundamentos teóricos.

Aplicação do Pós-Teste

- Aplicação do pós-teste com questões baseadas no pré-teste, porém reformuladas com linguagem mais técnica e científica;
- O objetivo foi verificar a consolidação dos subsunções, identificando o nível de elaboração conceitual alcançado após a sequência didática;
- Os alunos responderam individualmente, com atenção especial à clareza, coerência e uso da linguagem científica nas justificativas.

Fechamento

- Incentivo à autoavaliação: "O que você não sabia no começo e hoje sente que domina melhor?"

Avaliação

Participação e engajamento no jogo Fato ou Farsa. Capacidade de argumentar e corrigir afirmações com base nos conceitos aprendidos. Qualidade das respostas no pós-teste (clareza conceitual, precisão técnica e uso adequado da linguagem científica)

Aula 06: Balanço Final

O objetivo desta aula foi apresentar o jogo criado a partir das afirmações deles, os deixando jogar individualmente, observar junto com eles os resultados gerais da turma, expondo pergunta por pergunta e explicando o conceito por trás de cada afirmação, onde o criador da afirmação teve livre momento para explicar para os colegas o erro, ao final desta aula, aplicar o pós-teste.

O jogo Física: Fato ou Farsa também foi colocado na plataforma Quizizz e contou com o engajamento da turma, alguns optaram por apenas enviar as afirmações por escrito o conteúdo, já outros utilizaram da plataforma Canva para fazer a exposição de sua sentença de forma esteticamente mais bonita. A seguir temos algumas imagens utilizadas no jogo.

Figura 16: Capa do jogo criado com a turma.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Aula 06: Balanço Final

Figura 17: Uma das afirmações do jogo Física – Fato ou Farsa feita por um grupo de alunos. a) Imagem que aparece com a afirmação. b) Imagem que aparece após responder a anterior.

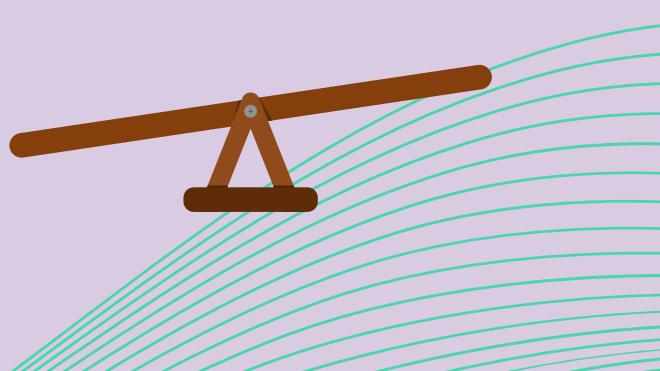


Fonte: Acervo de imagens enviadas pelos alunos, 2025.

A figura 16 foi a capa utilizada para ilustrar o jogo criado com a turma, ele foi utilizado na plataforma Quizizz. A figura 17 é de autoria de um dos grupos alunos e ilustra para o presente trabalho como apareceu no jogo, no lado a) é a imagem inicial que trás a afirmação, após a resposta dos alunos apareceria o lado b) já respondendo para eles qual seria a resposta certa para a pergunta anterior, onde os alunos tiveram o cuidado de colocar logo a explicação do porquê a afirmação feita anteriormente era farsa.

Após a recolha das afirmações, elas foram colocadas na plataforma Quizizz. Eles ficaram muito empolgados e o jogo gerou algumas discussões na sala bem como demonstrações de aprendizagem significativa (Ausubel, 2003) uma vez que, durante a mostra das questões utilizando de um data show, os alunos da turma questionaram porquê era fato ou farsa e os alunos que criaram a afirmação que aparecia na projeção respondiam com fluência diante dos outros.

As afirmações presentes no jogo estão no quadro 05 a seguir:

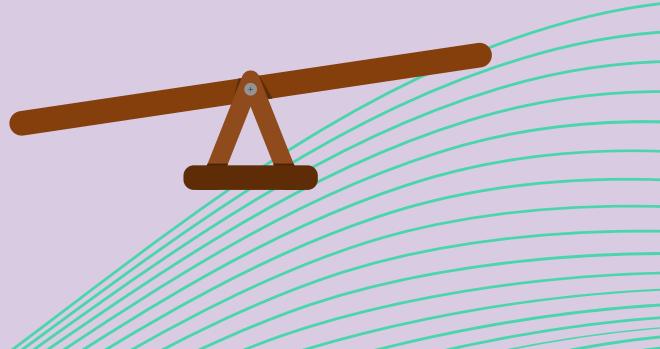


Aula 06: Balanço Final

Quadro 05: Afirmações do jogo Física: Fato ou Farsa.

| | |
|-------|--|
| Farsa | Se uma maçã for suspensa por um fio e seu centro de massa estiver deslocado para fora do eixo vertical do fio, ela permanecerá em equilíbrio estático sem girar. |
| Fato | Em uma balança, de um lado o A02 e A20 e do outro A01 e A15 o lado que pesa mais é do A01 e A15. |
| Farsa | Se um corpo rígido está em equilíbrio estático, a soma das forças externas aplicadas sobre ele é necessariamente diferente de zero. |
| Farsa | O centro de gravidade de um corpo rígido sempre coincide com seu centro geométrico. |
| Fato | Se uma mola for comprimida uniformemente em ambos os lados e o centro de massa do sistema permanecer no mesmo lugar, o sistema continuará em equilíbrio. |
| Fato | A estabilidade de um corpo em equilíbrio estático depende da posição do centro de gravidade em relação à sua base de apoio. |
| Farsa | O equilíbrio estático de um corpo rígido não depende do ponto de aplicação das forças, desde que a soma das forças e momentos seja menor que 1. |
| Farsa | O A02 e a professora em uma balança, em lados diferentes, o lado que desce ao chão é o da professora. |

Fonte: Elaboração própria, 2025.



Aula 06: Balanço Final

Por fim, a última etapa da SDI, o pós-teste. Com um intuito agora de verificar a consolidação dos subsunções observados no pré-teste, o pós-teste trouxe algumas das perguntas iniciais com uma linguagem mais técnica, buscando principalmente que as respostas fossem um pouco mais elaboradas e alinhadas ao conhecimento adquirido através da aplicação da SD.

As perguntas foram reunidas no quadro 06 a seguir:

Quadro 06: Perguntas do Balanço Final – pós-teste.

PÓS-TESTE : BALANÇO FINAL

1.

O que você entende por Centro de Massa?

2.

Defina com suas palavras: o que é equilíbrio?

3.

Tendo em vista os assuntos estudados, na sua opinião, por que o boneco "João Teimoso" não deita?

4.

Qual a diferença entre empurrar a porta perto da maçaneta ou longe? Justifique sua resposta.

5.

Por que os corpos da imagem conseguiram alcançar uma situação de equilíbrio na gangorra?

Fonte: Elaboração própria, 2025.



Aula 06: Balanço Final

o uso de estratégias didáticas investigativas, como a SDI, permitiu aos estudantes não apenas observar fenômenos físicos, mas também questioná-los, explicá-los e representá-los por meio de suas próprias palavras. Essa prática, coerente com os princípios de Moreira (2010), valoriza a linguagem como ferramenta ativa na construção de uma aprendizagem crítica, e o papel do outro, no caso, o professor e os colegas, como facilitador do desenvolvimento conceitual. Assim, as interações em sala de aula e a proposição de desafios contextualizados ampliaram a possibilidade de uma aprendizagem significativa e crítica.

É possível afirmar que mediante os dados capturados na pesquisa a aprendizagem evidenciada nas respostas dos alunos não se limita à memorização de definições, mas envolve um processo de compreensão mais profunda. Essa compreensão foi construída a partir da mobilização de representações mentais, da ressignificação de ideias espontâneas e da integração de experiências práticas e discursivas.

Tal processo está em consonância com os pressupostos de Ausubel (2003) e Moreira (2010; 2018 e 2020), que destacam a importância da construção ativa do conhecimento por parte do aluno. Dessa forma, os dados analisados indicam que a proposta didática adotada favoreceu não apenas a apropriação dos conceitos de Estática, mas também o desenvolvimento de competências científicas e cognitivas fundamentais para o aprendizado significativo.



Ponderações Finais

A presente pesquisa teve como objetivo investigar como a aplicação de uma Sequência Didática Investigativa (SDI), fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, poderia contribuir para a construção de conceitos fundamentais da Estática do Corpo Rígido por estudantes do Ensino Médio. A proposta partiu da constatação de que muitos desses conceitos são abordados de forma excessivamente formal e abstrata nas aulas tradicionais de Física, o que dificulta a aprendizagem dos alunos e o reconhecimento de sua aplicabilidade no cotidiano.

Ao longo da SDI, buscou-se promover situações de aprendizagem em que os alunos pudessem partir de seus conhecimentos prévios e experimentar contextos reais e práticos, nos quais os conceitos físicos emergissem de forma mais concreta e significativa. As atividades foram cuidadosamente planejadas para gerar desequilíbrios cognitivos, suscitar questionamentos e possibilitar intervenções pedagógicas que ajudassem na ancoragem de novos significados. Nesse sentido, a metodologia adotada não se limitou à exposição teórica dos conteúdos, mas buscou envolver os estudantes ativamente na construção do saber científico.

A relevância desta abordagem reside no seu alinhamento com os pressupostos construtivistas da educação, especialmente com a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira (2010), segundo a qual a aprendizagem ocorre quando novos conteúdos se conectam de maneira substantiva e não arbitrária à estrutura cognitiva do aprendiz incorporando fundamentos socioculturais, epistemológicos críticos possibilitando que o aluno seja capaz de articular com o conteúdo de forma autônoma. A proposta da SDI favoreceu esse tipo de conexão ao permitir que os estudantes fizessem relações entre suas experiências cotidianas, as atividades práticas desenvolvidas e os conceitos científicos formalmente apresentados ao longo das aulas.

Do ponto de vista didático, a SDI demonstrou ser uma ferramenta flexível e adaptável à realidade escolar. A integração entre atividades práticas, jogos e momentos de sistematização teórica permitiu que os alunos transitassem entre o senso comum e o conhecimento científico, conforme propõem autores como Moreira (2010) e Ausubel (2003). Os resultados indicam que é possível ensinar conteúdos tradicionalmente considerados abstratos, como torque ou centro de massa, a partir de vivências corporais que facilitam a percepção e a construção do significado físico desses conceitos.

Ponderações Finais

Como toda pesquisa aplicada em ambiente escolar, este estudo também enfrentou limitações que precisam ser reconhecidas. A principal delas foi o tempo disponível para a implementação da sequência didática, que se restringiu a um número reduzido de aulas, o que pode ter limitado o aprofundamento de alguns conteúdos ou a retomada sistemática de conceitos trabalhados. Além disso, a aplicação ocorreu em uma única turma de segundo ano do ensino médio, o que impossibilita generalizações mais amplas sobre a eficácia da proposta em contextos diversos, com outras realidades pedagógicas ou faixas etárias distintas.

Outro desafio foi a inassiduidade de alguns alunos da turma, o que tornou a amostra reduzida e o nível heterogêneo das turmas, que exigiu um cuidado constante na mediação pedagógica para garantir que todos os estudantes pudessem acompanhar e se engajar nas atividades. O ritmo da sequência precisou ser ajustado para contemplar diferentes níveis de familiaridade com os conteúdos da Física e habilidades de leitura e escrita.

Considerando as possibilidades futuras, o produto educacional pode ser replicado e aprimorado em outras turmas, com diferentes perfis e faixas etárias, contribuindo para pesquisas que investiguem o papel das práticas corporais e lúdicas no ensino de conceitos científicos. Sua estrutura também pode ser adaptada para abordar outros conteúdos da Física, mantendo a ênfase na aprendizagem significativa e crítica. Desse modo, ele se projeta como uma proposta de valor para o campo do Ensino de Física, especialmente no que se refere à formação de estudantes mais reflexivos e engajados.

Referências

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia da educação: uma abordagem cognitiva. Tradução de MLS de Lima. Editora Livraria do Conhecimento, 1980.

AUSUBEL, David. Paul. Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva. 1^a ed. Paralelo Editora, LDA. 2003.

CANVA. Disponível em: <https://www.canva.com/>. Acesso em: 23 maio 2025.

COLOMBO, Irineu Mario; ANJOS, Dirceia Aparecida Silva; ANTUNES, Jovana Ritter. Pesquisa translacional em ensino: uma aproximação. Educação Profissional e Tecnológica em Revista-ISSN 2594-4827, v. 3, n. 1, 2019.

DE PAULO, Iramaia Jorge Cabral. Marco Antônio Moreira: o professor, o investigador, o ser humano. Revista do Professor de Física, v. 2, n. 3, p. 76-79, 2018.

ENBANG,L. Teaching traditional physics in a rapidly changing world. Physics Today, p. 10–11, 2016. Readers Forum.

FARIAS, Gabriela Belmont de. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 27, n. 2, p. 58-76, 2022.

HONORATO, Carla Aparecida; DIAS, Kely Krisley Borges; DIAS, Kênia Cristina Borges. Aprendizagem significativa: uma introdução à teoria. Revista Mediação (ISSN 1980-556X), v. 13, n. 1, p. 22-37, 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa crítica. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 20 de novembro de 2024.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 43, p. e20200451, 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal Aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Querriculum, La Laguna, Espanha, 2012.

Referências

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos avançados, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. Lf Editorial, 2011.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. PhET Interactive Simulations – University of Colorado Boulder. [S. I.]: University of Colorado Boulder, [s. d.]. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 7 jun. 2025.

QUIZIZZ. Quizizz – Plataforma de quizzes interativos. Disponível em: <https://quizizz.com/>. Acesso em: 23 maio 2025.

UGALDE, Maria Cecília Pereira; ROWEDER, Charlys. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 6, p. e99220-e99220, 2020.

APÊNDICES



APÊNDICE A - BALANÇO INICIAL

PRÉ-TESTE : BALANÇO INICIAL

1.

O que você entende por "equilíbrio" no contexto da vida cotidiana? Dê um exemplo.

2.

Você já ouviu falar no termo "centro de massa"? Se sim, como você o descreveria com suas próprias palavras?

3.

Quando você anda de bicicleta ou fica em pé sobre um pé só, o que faz para manter o equilíbrio?

4.

Pense em um brinquedo que balance, como uma gangorra ou um boneco que sempre volta à posição inicial. Por que ele não cai completamente?

5.

O que acontece se você tentar empurrar a porta perto da dobradiça?

APÊNDICE B - BALANÇO FINAL

PÓS-TESTE : BALANÇO FINAL

1.

O que você entende por Centro de Massa?

2.

Defina com suas palavras: o que é equilíbrio?

3.

Tendo em vista os assuntos estudados, na sua opinião, por que o boneco "João Teimoso" não deita?

4.

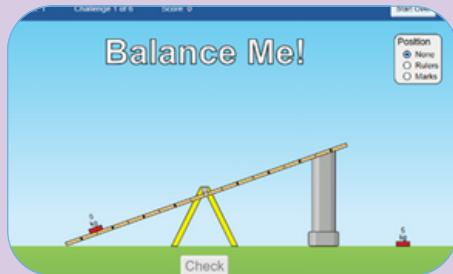
Qual a diferença entre empurrar a porta perto da maçaneta ou longe? Justifique sua resposta.

5.

Por que os corpos da imagem conseguiram alcançar uma situação de equilíbrio na gangorra?

APÊNDICE C -

MISSÃO EQUILÍBRIO 1



1. Onde posicionar o peso de 5 kg para que fique em equilíbrio? Justifique sua resposta.

2. O que vai acontecer? Justifique sua resposta.



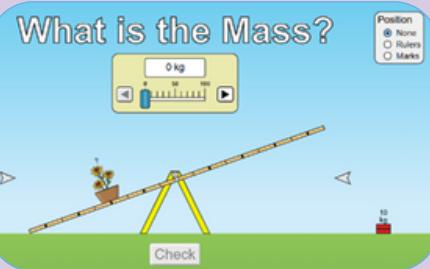
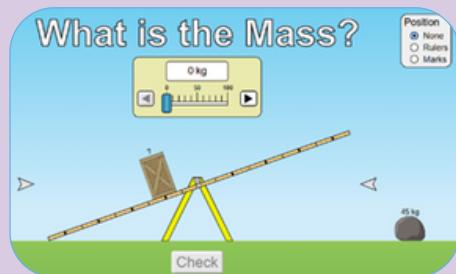
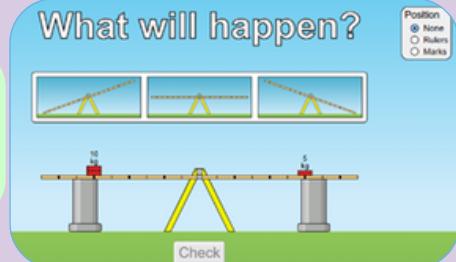
3. Onde o peso pode ser colocado para que a gangorra fique em equilíbrio? Por que neste local acontece o equilíbrio?

4. Qual a massa do corpo? Como você chegou nesta conclusão?



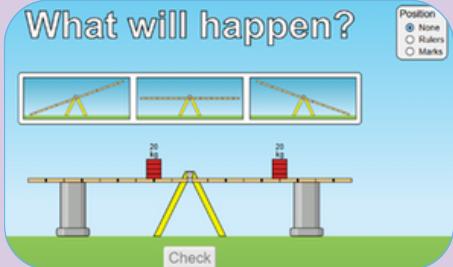
5. O que vai acontecer? Justifique sua resposta.

6. Qual a massa do corpo? Como chegou a esta conclusão?



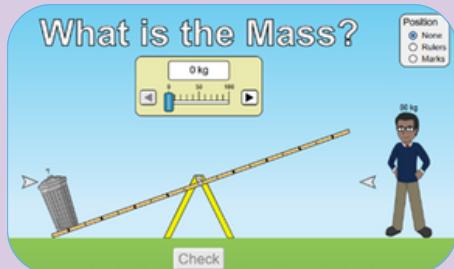
APÊNDICE D -

MISSÃO EQUILÍBRIO 2



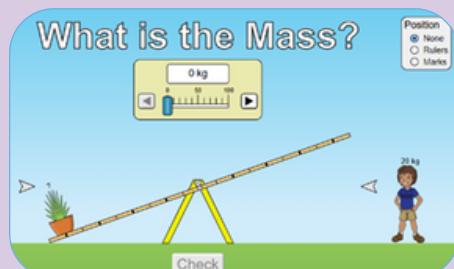
1. O que vai acontecer? Justifique sua resposta.

2. Onde colocar o peso para equilibrar?
Justifique sua resposta.



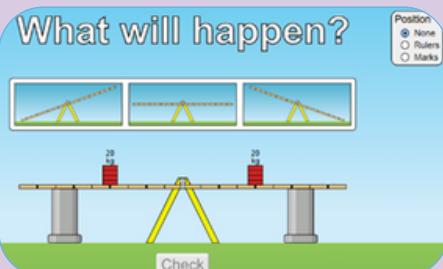
3. Qual a massa? Como você chegou a esta conclusão?

4. O que vai acontecer? Justifique sua resposta.



5. Qual a massa? Como você chegou a esta conclusão?

6. Onde posicionar o corpo para equilibrar a balança? Justifique sua resposta.



APÊNDICE E - FÍSICA: FATO OU FARSA

| | |
|-------|--|
| Farsa | Se uma maçã for suspensa por um fio e seu centro de massa estiver deslocado para fora do eixo vertical do fio, ela permanecerá em equilíbrio estático sem girar. |
| Fato | Em uma balança, de um lado o A02 e A20 e do outro A01 e A15 o lado que pesa mais é do A01 e A15. |
| Farsa | Se um corpo rígido está em equilíbrio estático, a soma das forças externas aplicadas sobre ele é necessariamente diferente de zero. |
| Farsa | O centro de gravidade de um corpo rígido sempre coincide com seu centro geométrico. |
| Fato | Se uma mola for comprimida uniformemente em ambos os lados e o centro de massa do sistema permanecer no mesmo lugar, o sistema continuará em equilíbrio. |
| Fato | A estabilidade de um corpo em equilíbrio estático depende da posição do centro de gravidade em relação à sua base de apoio. |
| Farsa | O equilíbrio estático de um corpo rígido não depende do ponto de aplicação das forças, desde que a soma das forças e momentos seja menor que 1. |
| Farsa | O A02 e a professora em uma balança, em lados diferentes, o lado que desce ao chão é o da professora. |



Alavancas Digitais: Ferramentas para Potencializar o Ensino de Física

Quizizz

Esta plataforma foi utilizada para fazer os questionários e, pela necessidade de serem subjetivos, na versão gratuita ele é um dos poucos que oferecem essa possibilidade.

Outras opções similares para atividades objetivas e subjetivas:

- [Google Forms](#)
- [Kahoot](#)
- [Socrative](#)
- [Educaplay](#)

Phet Interactive Simulations

Esta plataforma foi utilizada para fazer os simulações, ela contempla Física, Química, Biologia e Matemática.

- [Vascak](#)
- [Física na Escola](#)
App Play stores

Canva

Esta plataforma foi utilizada para fazer imagens, deste produto educacional e pelos alunos para fazer slides em geral.

- [Prezi](#)