



B1

ISSN: 2595-1661

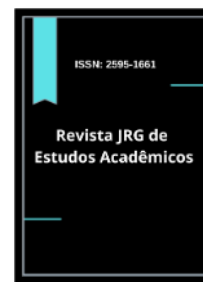
ARTIGO ORIGINAL

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](https://portal.periodicos.capes.gov.br/)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos


Página da revista:


<https://revistajrg.com/index.php/jrg>



Experimentos antigravitacionais como ferramenta para a formação do conceito sobre a gravitação universal


Antigravity experiments as tool for developing the concept of universal gravitation


 DOI: 10.55892/jrg.v8i18.1948

 ARK: 57118/JRG.v8i18.1948

Recebido: 23/02/2025 | Aceito: 16/03/2025 | Publicado *on-line*: 18/03/2025

Malena Albuquerque Oliveira¹


 <https://orcid.org/0009-0001-3095-0280>

 <http://lattes.cnpq.br/5826115587021548>

Universidade Federal do Amazonas, AM, Brasil

E-mail: malenaalbuquerque9@gmail.com

Ana Camila da Silva Camico²


 <https://orcid.org/0009-0002-4217-1855>


 <http://lattes.cnpq.br/3148731144090656>

Universidade Federal do Amazonas, AM, Brasil

E-mail: anacamilacamico@gmail.com

Yuri Expósito Nicot³

 <https://orcid.org/0000-0002-7114-0073>

 <http://lattes.cnpq.br/8007807447496552>

Universidade Federal do Amazonas, AM, Brasil

E-mail: yexposito@yahoo.es



Resumo

A formação dos conceitos é um processo cognitivo, ligado ao processo de construção dos significados (Vigotski, 2009). Para mais, os experimentos aqui intitulados antigravitacionais, por desafiarem a gravidade, podem ser ferramentas enriquecedoras no processo de ensino e aprendizagem, como demonstrado nesta pesquisa. Com isso, este trabalho objetiva estabelecer os elementos teóricos e metodológicos que permitam estruturar a aprendizagem e a formação dos conceitos científicos a partir da experimentação. Baseando-se na teoria de aprendizagem cognitivista apresentada por Vigotski (2009), essa pesquisa trouxe como abordagem fundamentada na interação social e no desenvolvimento da instigação por experimentos atrativos na percepção dos estudantes. Sendo assim, adotamos nos procedimentos metodológicos a Sequência Didática (SD) conforme posto por Zabala (1998) para um fundamento didático estruturado com início, meio e fim. Nesse contexto, os experimentos antigravitacionais trouxeram um arcabouço investigativo para a compreensão do conceito científico, apesar de sabermos que a gravidade não pode ser anulada, percebemos uma participação colaborativa nos resultados, nos

¹ Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Amazonas (PPGECIM/UFAM) e Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

² Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Amazonas (PPGECIM/UFAM) e Graduada em Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

³ Doutor em Ciências Pedagógicas pela Universidade de Oriente (UO), professor de Física do Departamento de Física, do Instituto de Ciências Exatas (ICE).

alunos em grupo e na apresentação oral. Por fim, destacamos que este artigo é um recorte de uma pesquisa de mestrado finalizada.

Palavras-chave: Experimentação. Conceitos Científicos. Gravidade.

Abstract

The formation of concepts is a cognitive process linked to the process of constructing meanings (Vygotsky, 2009). Furthermore, so-called anti-gravity experiments, as they challenge gravity, can be enriching tools in the teaching and learning process, as demonstrated in this research. Thus, this work aims to establish the theoretical and methodological elements that allow structuring learning and the formation of scientific concepts from experimentation. Based on the cognitive learning theory presented by Vygotsky (2009), this research adopted an approach grounded in social interaction and the development of an instigation for attractive experiments in students' perception. Thus, we adopted the Didactic Sequence (SD) as proposed by Zabala (1998) for a structured didactic foundation with a beginning, middle, and end. In this context, anti-gravity experiments brought an instigative framework for the understanding of the scientific concept, although we know that gravity cannot be annulled, we perceived in the results a collaborative participation in the students in groups and in the oral presentation. Finally, we highlight that this article is a cut of a completed master's research.

Keywords: Experimentation. Scientific Concepts. Gravity.

1. Introdução

A formação de conceitos científicos de determinado tema ainda é um grande percalço para muitos estudantes, inclusive aqueles dos anos finais no ensino fundamental, visto que se não houver a aprendizagem correta de determinado conceito, haverá posteriormente dificuldades em compreender outro tema que envolve aquele conteúdo base. Nessa perspectiva, segundo Galperin (1967), desvincular os conceitos teóricos abstratos da prática prejudica a aprendizagem em modelos de ensino tradicionais, limitando o processo de assimilação.

Para Vygotsky (2009), existem os conceitos cotidianos e os conceitos científicos, sendo, respectivamente, um adquirido no dia a dia com experiências vividas por qualquer pessoa durante sua vida e sem intenção e outro sendo adquirido no meio acadêmico, como, por exemplo, na escola com a definição de objetivos, sendo um processo realizado de forma intencional.

Existem várias discussões em torno do modelo de ensino tradicional, especialmente no contexto do Ensino de Ciências. Consoante a pesquisa de Nicola e Paniz (2017), destacam-se as dificuldades e questões que afetam o sistema educacional, incluindo a aprendizagem dos estudantes. Uma das consequências negativas desse método é a ênfase excessiva na memorização de fórmulas, muitas vezes associada a um ensino monótono, centrado apenas no uso de livros, quadro e giz.

Conforme apontado por Moran (2018), as aulas tradicionais de ciências no Ensino Fundamental muitas vezes falham em estabelecer conexões significativas com o mundo real. Os estudantes esperam que os conteúdos teóricos apresentados em sala de aula se tornem mais realistas e os capacitem a compreender melhor o ambiente em que vivem, tornando o estudo de ciências mais interessante.

Além disso, há outros desafios enfrentados, tais como “escolas com infraestrutura precária, poucos recursos para laboratórios de ensino e escassa oferta de oportunidades de formação contínua para os professores” (Silva; Pedroso; Pinto, 2020, p. 108). Esses fatores impactam diretamente o trabalho do professor em sala de aula, o que conseqüentemente afeta a aprendizagem dos estudantes.

Como ressaltado por Marandino (2003), a experimentação é considerada uma atividade fundamental no ensino de ciências e tem sido objeto de muitos estudos e pesquisas ao longo dos anos. Embora tenha recebido críticas, os resultados positivos alcançados têm destacado sua importância.

A utilização de experimentos em sala de aula possibilita trazer o conteúdo teórico para uma aplicação prática, permitindo que os estudantes associem o que foi estudado com os acontecimentos cotidianos. Valadares (2001) enfatiza que experimentos ou protótipos mais simples e conceituais tendem a ser mais instrutivos e atrativos. Em outras palavras, é papel do professor encontrar métodos e alternativas de ensino que instiguem os estudantes, buscando abordagens mais simples para realizar as práticas.

No entanto, apesar do consenso sobre a importância das práticas experimentais, os professores que lidam com o ensino de gravitação enfrentam desafios específicos ao incorporar a experimentação em suas aulas. Essas dificuldades podem variar desde a falta de infraestrutura adequada de laboratórios até a falta de formação específica em abordagens experimentais para o ensino desse tema.

Diante desse contexto, o problema científico desta pesquisa tem a seguinte pergunta: *a concepção didática e metodológica dos experimentos “antigravitacionais” no processo de ensino e aprendizagem em ciências oferece independência cognitiva dos estudantes do último ano do ensino fundamental para a explicação do fenômeno físico Gravitação Universal? Acompanhando essa proposta, o objetivo geral desta pesquisa é estabelecer os elementos teóricos e metodológicos que permitam estruturar a aprendizagem e a formação de conceitos científicos a partir da experimentação com alunos do 9º ano do ensino fundamental.*

2. Referencial teórico

Durante todo o percurso das pesquisas de Vigotski (1998) e seus colaboradores, houve vários experimentos para explicar o desenvolvimento do psiquismo humano, relacionando a ação do homem com as funções psicológicas, dessa forma chegando a algumas conclusões, como o próprio autor cita a seguir:

Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa por outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social (Vygotsky, 1998, p. 33).

Para mais, um conceito que está relacionado com a formação de conceitos científicos é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que conforme Vygotsky (1984) é conceituada como:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1984, p. 97).

Sendo assim, esse desenvolvimento está no meio de dois níveis, como uma ponte que liga o crescimento cognitivo, determinando as funções que estão em fase de amadurecimento e necessitando de estímulo externo para a completa conceitualização. Conforme destaca Conceição (2016), que enfatiza a importância de estimular a aprendizagem com base em tarefas que promovam o desenvolvimento, destacando a aquisição gradual de controle e responsabilidade individual na resolução de problemas. Dessa forma, o processo de desenvolvimento implica que os indivíduos sejam orientados e instruídos, aprendendo por meio da observação e interação com outros mais experientes na resolução de atividades adequadas à sua Zona de Desenvolvimento Proximal. Esse processo torna-se progressivamente internalizado e autorregulado.

De acordo com Paula, Marques Filho e Cerqueira (2014), Vigotski identificou três zonas de desenvolvimento: a real (aquilo alcançado de forma independente), a potencial (o que pode ser alcançado com auxílio de pessoas mais experientes) e a proximal (o que está em processo de amadurecimento).

Dessa forma, a Zona de Desenvolvimento Real inicialmente ocorre quando o estudante inicia sua jornada de descoberta. Ele depende da interação com outros indivíduos para seu desenvolvimento cognitivo e físico. Essa interação social é o ponto de partida para suas interações com o ambiente ao seu redor, tendo a escola como um importante mediador desse processo. Embora esse desenvolvimento comece em casa, é na escola que ele se expande e adquire maior relevância. É nesse ambiente que são trabalhadas estratégias de mediação, como a didática, que visam facilitar a compreensão dos processos de desenvolvimento do estudante.

Por último, Vigotski (1984) define a Zona de Desenvolvimento Proximal como a lacuna entre o nível atual de desenvolvimento e o real, o qual é determinado pela habilidade do estudante em resolver um problema de forma autônoma. Para alcançar esse resultado, foi crucial a mediação das zonas reais e potenciais, destacando o papel das interações sociais e educacionais nesse processo de evolução.

Esses processos ocorrem por meio da interação do sujeito com o seu ambiente, utilizando instrumentos culturais, como signos, e através das interações sociais. Dessa forma, entendemos que a aprendizagem de conceitos científicos é um processo de ressignificação, no qual novos significados, a partir de uma perspectiva científica, são construídos e integrados aos significados já existentes. Isso resulta em uma ampliação dos modos de pensar do sujeito sobre determinado conceito, alinhando-se com a visão de Vigotski (1984).

Portanto, todas essas concepções estão encapsuladas na teoria sócio-histórica de Vygotsky, que postula que o desenvolvimento do indivíduo está ligado ao contexto cultural em que está inserido. Assim, o contexto do estudante influencia não apenas seu processo de ensino, mas também de aprendizagem. Além disso, como o conhecimento é transmitido, os métodos e os recursos utilizados moldam a atividade pedagógica. É uma atividade que requer, no mínimo, a interação de duas pessoas, enfatizando assim a importância da interação na educação.

3. Metodologia

Com uma abordagem qualitativa, esse trabalho, que, segundo Flick (2009, p.23), consiste essencialmente na escolha adequada dos métodos, no reconhecimento de diferentes perspectivas e partindo das reflexões do pesquisador como centro do desenvolvimento do conhecimento. Sendo do tipo exploratória, por visar desenvolver conceitos e a concepção de ideias, visando de forma ampla a determinação do evento pesquisado (Gil, 1999).

Com base nos procedimentos adotados, a pesquisa em questão é classificada como estudo de caso, que conforme Pereira, Parreira e Shitsuka (2018), um estudo de caso é uma descrição detalhada de um caso específico que apresenta particularidades especiais, sendo uma estratégia valiosa para a realização de pesquisas científicas.

A pesquisa foi desenvolvida na escola onde a pesquisadora está inserida como professora titular de ciências, corroborando para uma melhor inserção e envolvimento durante o processo metodológico. Essa inserção é importante, pois na perspectiva da abordagem qualitativa, o estudo de caso que utiliza da técnica de observação participante, se beneficia do contato direto e prolongado do pesquisador com o objeto investigado, podendo descrever ações, comportamentos, captar significados, analisar interações, compreender e interpretar linguagens (André, 2013).

3.1 Construção dos experimentos antigravitacional

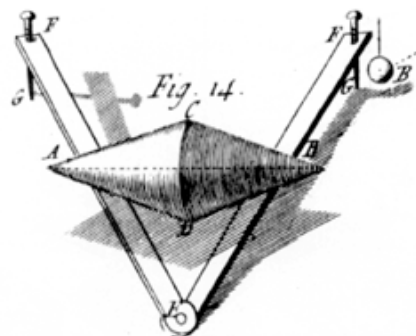
Os experimentos antigravitacionais propostos são: Cone antigravitacional, Garrafas equilibradas, Ludião e Garfos em Equilíbrio. Por se tratar de experimentos de baixo custo, a construção da maioria dos experimentos pode ser feita com materiais descartáveis. Dessa forma, explicaremos como esses experimentos podem ser montados.

3.1.1 Cone antigravitacional

Materiais: 2 funis de mesmo tamanho colados pelas bordas; 2 bastões cilíndricos de madeira, plástico ou metal; Apoios para os bastões.

Análise: Elevar um objeto implica em deslocar o ponto médio de sua gravidade para uma altitude superior. Durante este experimento, embora o funil duplo pareça ascender na rampa, o ponto médio de sua gravidade realmente se desloca para baixo. Durante a execução do experimento, é crucial observar atentamente as mudanças ocorridas na linha horizontal que atravessa o ponto médio de gravidade do cone duplo, sendo esse seu eixo de simetria (Silva; Silva, 2018).

Figura 1: Funcionamento do Cone Antigravitacional



Fonte: Revista Brasileira do Ensino de Física, 2003.

3.1.2 Garrafas equilibristas

Materiais: Cano PVC de 50 mm e 1 Garrafa Pet com água.

Análise: O centro de massa representa um ponto em um corpo onde toda sua massa está equipada. Em corpos homogêneos, esse ponto coincide com o centro geométrico, mas nem sempre está no objeto. Para determiná-lo, é necessário conhecer a massa e a posição dos elementos no espaço. No nosso experimento, o centro de massa está na base do cano de PVC, mantendo o equilíbrio (LABORATÓRIO DE DEMONSTRAÇÃO- UFPA).

Figura 2: Garrafas Equilibristas



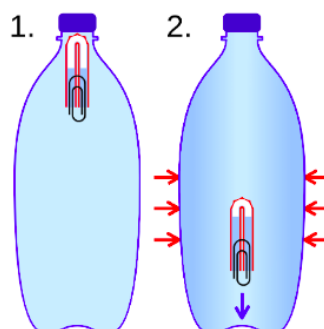
Fonte: Manual do Mundo, 2014.

3.1.3 Ludião

Materiais: Garrafas PETs com água, clipe grande de ferro e caneta sem tinta.

Análise: Embora o funcionamento do ludião seja explicado principalmente pelos princípios da hidrostática (Princípio de Pascal e Princípio de Arquimedes), é importante destacar que a gravitação universal desempenha um papel importante nesse fenômeno, mesmo que indireto. Tanto o peso do ludião quanto o empuxo exercido pela água sobre ele são manifestações da força gravitacional. O peso de um objeto é a força com que a Terra o atrai, enquanto o empuxo é uma força resultante da diferença de pressão entre a parte superior e inferior de um corpo imerso, nesse caso a caneta e o clipe, que por sua vez é causada pela força gravitacional atuando sobre as moléculas do fluido (Maia *et al.*, 2023).

Figura 3: Funcionamento do Ludião.



Fonte: Laboratório de Ensino da Física, 2024.

3.1.4 Garfos em equilíbrio

Materiais: 2 garfos, palito de dente, xícara de vidro

Análise: O experimento contempla o estudo do equilíbrio dos corpos e o centro de gravidade. Consiste basicamente em um sistema em equilíbrio de talheres sustentados por um palito. O objetivo é mostrar o ponto de equilíbrio entre dois corpos (Artmann; Corazza; Rossato; Sestari, 2016). O equilíbrio dos garfos está diretamente ligado à força da gravidade. O experimento demonstra como o centro de gravidade de um sistema pode ser manipulado para alcançar o equilíbrio. A posição do centro de gravidade em relação ao ponto de apoio é importante para a estabilidade do sistema.

Figura 4: Garfos em equilíbrio



Fonte: Labdmon

Conforme explanado, os experimentos são de baixo custo, logo requereram somente coletar os materiais e construí-los previamente, e a montagem final foi desenvolvida dentro da sala de aula, em consonância com a sequência didática (SD) explicada a seguir.

3.2 Elaboração da sequência didática

Conforme Zabala (1998), a prática educativa requer uma organização metodológica, antes de ser implementada, para esse autor a sequência didática é definida como um conjunto ordenado de atividades, articuladas e estruturadas, com objetivos definidos com princípio e fim claros conhecidos tanto pelo professor, quanto pelo estudante. Nesse sentido, a elaboração da sequência didática desta pesquisa será baseada conforme os pressupostos de Zabala (1998), que defende essa prática como essencial e promotora do processo de ensino aprendizagem a partir do planejamento do educador.

Ademais, Zabala (1998) propõe três categorias para abordar os conteúdos conforme o percurso da sequência didática, sendo:

- Conceitual: Possibilidade dos reconhecimentos prévios dos estudantes;
- Procedimental: Envolvem a aplicação prática dos conceitos que aprendemos;
- Atitudinal: É a interação do indivíduo com seu ambiente. O aprendizado de normas e valores é essencial e se desenvolve na prática e uso contínuo.

Diante disso, elaboramos um quadro com o intuito de organizar e facilitar a compreensão da elaboração da sequência didática proposta nesta pesquisa, que tem como base os conceitos de Zabala.

3.3 Cronograma das aulas-pesquisa

O Quadro 3 foi sistematicamente elaborado com o propósito específico de estruturar e simplificar a compreensão do processo inerente à sequência didática proposta no âmbito desta pesquisa. Por meio dessa ferramenta visual, busca-se proporcionar aos leitores uma visão clara e organizada dos diferentes estágios e elementos envolvidos no desenvolvimento e execução dessa abordagem pedagógica, contribuindo assim para uma compreensão do tema em questão.

Quadro 1: Detalhamento das aulas-pesquisa

Processo	Detalhamento
1	Conversa com direção, coordenação e professores da escola a ser selecionada;
2	Conversas com a turma sobre a pesquisa para distribuição do TCLE;
3	Aplicação de pré-teste;
4	Apresentação da pesquisadora e aula teórica após verificação do pré-testes;
5	Discussão sobre gravitação universal;
6	Experimentos Antigravitacionais - Montagem e Divisão das Equipes;
7	Experimentos Antigravitacionais - Atividade Interativa entre as Equipes;
8	Experimentos Antigravitacionais - Apresentação das Equipes;
9	Aplicação do pós-teste.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Por fim, para analisar os dados coletados, utilizamos a técnica de Bardin (2010), conceituada como um conjunto de técnicas destinadas a analisar comunicações, buscando obter indicadores temáticos e objetivos das mensagens. Esses indicadores, sejam quantitativos ou não, permitem inferências sobre as condições de produção e recepção das mensagens. De acordo com essa perspectiva, durante a década de 70, houve mudanças significativas nas análises de mensagens, incluindo a aceitação de múltiplas técnicas de análise de conteúdo e a consideração de abordagens qualitativas, além da possibilidade de inferências a partir da descrição explícita do conteúdo das comunicações (Minayo, 2009).

4. Resultados e Discussão

Nesta seção apresentaremos os resultados e discussões, juntamente com as análises, alcançadas por meio da coleta de dados. Nesta análise, organizamos as categorias e subcategorias estabelecidas *a priori* e *a posteriori*, alinhados com os objetivos e o referencial teórico que se baseia nesta pesquisa.

Após a delimitação da temática a ser tratada na pesquisa, houve então o processo de escolha dos perfis dos estudantes, sendo esses alunos do 9º do ensino fundamental II, por pressupor que esses estudantes conheçam as forças que regem o universo e ingressarão, em breve, no 1º ano do ensino médio, sendo assim devem

atender as habilidades dos conceitos científicos relacionados as ciências da natureza sobre força, massa e gravidade conforme preconizados pela BNCC (2018). Em consonância com as diretrizes do Comitê de Ética da Pesquisa (CEP), no qual essa pesquisa foi analisada e aprovada, de número CAEE 82601024.8.0000.5020.

4.1 Análise dos dados coletados na pesquisa

Para Minayo (2009), a técnica de análise de conteúdo pode ser aplicada em uma variedade de situações, como a análise de obras literárias, depoimentos de leitores de jornais ou telespectadores de programas de televisão, entre outras. Bardin (2010) descreve a análise de conteúdo como perpassando por três fases cronológicas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, incluindo inferências e interpretações.

A pré-análise é um estágio de organização e sistematização das ideias iniciais, onde o pesquisador realiza uma leitura inicial do material coletado para desenvolver os primeiros pressupostos que guiarão a interpretação final (Minayo, 2009). Bardin (2010) destaca que a pré-análise visa à organização do material e envolve um contato inicial com os dados, permitindo uma compreensão gradual e precisa por meio do que ele chama de “Leitura Flutuante”.

Embora intuitiva, a fase da pré-análise pode ser subdividida em três tarefas: escolha dos documentos, formulação de hipóteses e objetivos, e elaboração de indicadores que subsidiarão a análise final. Após a pré-análise, segue-se a fase de exploração, onde o pesquisador realiza a análise e interpretação dos dados, semelhante a um minerador que classifica seus dados. Bardin (2010) enfatiza que essa fase consiste principalmente na codificação dos dados coletados, podendo ser organizada por meio de recorte, enumeração e classificação. Na etapa final, o tratamento dos dados, os dados brutos passam por uma síntese interpretativa, tornando-se significativos para a pesquisadora poder fazer inferências e interpretações sobre seus objetivos (Minayo, 2009).

Ademais, conforme Bardin (2010), as categorias, inicialmente, podem ser classificadas a priori, sendo estabelecidas de antemão pelo pesquisador, sendo essa relacionada a experiência na área. Porquanto, as categorias e subcategorias a priori estabelecidas como explanados a seguir.

4.1.1 Categoria 1: Compreensão da força gravitacional

A compreensão da força gravitacional é considerada fundamental para a formação do estudante, sendo contemplada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como um dos objetos de estudo essenciais na área das Ciências da Natureza (BNCC, 2018). Portanto, essa categoria se justifica pela sua relevância para a formação científica, alinhada com as diretrizes curriculares nacionais. Outrossim, a luz da teoria Histórico-cultural de Vigotski (1968), para o desenvolvimento da generalização mais elevada, ou seja, um conceito, é essencial ocorrer o sistema de operações psicológicas, sendo esses relevantes para a sua generalização.

4.1.1.1 Subcategoria 1A: Concepções iniciais sobre a gravidade

As ideias prévias dos estudantes demonstram a bagagem de conhecimento adquirida conforme o tempo escolar e no seu cotidiano. Segundo Pivatto (2014), a possibilidade de aquisição de ideias que será utilizada no universo das categorizações de novas conjunturas só é possível por meio dos conhecimentos prévios, servindo como ponto de ancoragem.

4.1.1.2 Subcategoria 1B: Construção de modelos mentais.

Quando o indivíduo realiza uma ação mental, ele está utilizando um modelo mental como dirigente, portanto, uma prática consciente, validando aquelas associações adquiridas (Rezende;Valdes, 2006). Sendo assim, analisamos com os estudantes conseguem compreender a gravidade naquele contexto dos experimentos.

Em síntese, as categorias propostas *a priori* foram estabelecidas para assim orientar o corpus da análise dos dados obtidas a partir das produções realizadas, relacionadas com o referencial teórico proposto.

Para mais, as categorias *a posteriori*, desenvolvidas a após a coleta de dados, que segundo Mendes *et al.* (2007, p.46) podem ser estabelecidas considerando como base as falas dos sujeitos, sendo o nome e a definição continuamente criados a partir dos conteúdos verbalizados e com um refinamento gramatical. Das quais são:

4.1.2 Categoria 2: Presença dos elementos da gravitação universal

O conceito da gravitação universal é definido por um conjunto de elementos, sendo uma interação gravitacional fundamental na natureza que se traduz pela atração entre as massas (Araújo, 2013). Dentre esses elementos, a massa, distância e força exercem suma importância para os corpos terem essa interação.

4.1.2.1 Subcategoria 2A: Princípios da Gravitação Universal

Isaac Newton reflete sobre os princípios fundamentais da gravitação universal ao afirmar que “A gravidade deve ser causada por um agente que atua constantemente de acordo com certas leis” (Carta de Newton a Bentley, 25 de fevereiro de 1693, reproduzida em Newton 1959 -1977, vol. 3, p. 253-4, In: MARTINS, 2006, p. 173).” Assim, destacando que um corpo não pode influenciar outro à distância no vácuo sem um meio de interação, reforçando a necessidade de compreender a força gravitacional como uma interação mediada por agentes.

4.1.2.1 Subcategoria 2B: Interações e efeitos da Força Gravitacional

Para Newton (1934), as interações gravitacionais são uma força fundamental que age entre duas partículas materiais que se atraem com uma força diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa. A relação entre massa e força gravitacional justifica a influência de objetos grandes, enquanto a dependência da distância mostra que a gravidade diminui com o afastamento, sendo assim, alinhando-se aos conceitos abordados nos experimentos dos alunos.

4.1.3 Categoria 3: Exemplos da força da gravidade no cotidiano

Essa categoria surgiu pelo fato de os alunos conseguirem relacionar os conceitos teóricos da gravidade, abordados nos experimentos, com situações do cotidiano. Essa conexão entre teoria e prática é importante para a consolidação do conhecimento científico, permitindo que os estudantes compreendam a gravidade em diferentes contextos, como os movimentos dos corpos celestes e até mesmo fenômenos triviais, como o movimento da queda de um objeto.

4.1.3.1 Subcategoria 3A: Percepção sobre a gravidade

A percepção sobre a gravidade no cotidiano reflete as interpretações que os estudantes atribuem aos fenômenos naturais observados. Demonstrando como os estudantes integram suas vivências com os conceitos apresentados, transformando

suas experiências em uma base sólida para a aprendizagem. Por esse meio, eles avançam da observação empírica para um entendimento sistematizado sobre a gravidade.

4.1.3.1 Subcategoria 3B: Relação dos experimentos com a gravidade

Os experimentos de modelagem antigravitacional permitiram aos estudantes construir significados ao conectar os conceitos teóricos de gravidade a situações práticas do cotidiano. Os experimentos como atividade prática exemplificam a mediação proposta por Vigotski, ao permitir que os alunos internalizem conceitos científicos a partir de interações práticas, explorando as relações entre teoria e fenômenos do cotidiano.

O processo de criação das categorias a priori e a posteriori possibilitou uma análise estruturada, possibilitando a definição de tendências e padrões relevantes nas respostas e apresentações dos alunos. Abaixo apresentaremos um quadro sintetizando essas informações (Quadro 2):

Quadro 2: Análise das frequências dos índices

CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	FREQUÊNCIA (%)	TOTAL DE EXCERTOS ANALISADOS (n=93)
1. Compreensão da força gravitacional.	a. Concepções iniciais sobre a gravidade.	(n=23, 24%)	(n=35, 37%)
	b. Construção de modelos mentais.	(n= 12, 13%)	
2. Presença dos elementos da gravitação universal.	a. Princípios da Gravitação Universal	(n=8, 7%)	(n=14, 12%)
	b. Interações e efeitos da Força Gravitacional	(n=6, 5%)	
3. Exemplos da força da gravidade no cotidiano	a. Percepção sobre a gravidade	(n=25, 26%)	(n=44, 46%)
	b. Relação dos experimentos com a gravidade.	(n=19, 20%)	

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os resultados da pesquisa evidenciam que os alunos, ao participarem das atividades experimentais e responderem aos questionários, demonstraram um avanço significativo na construção de seus conhecimentos sobre a gravitação universal. Os experimentos, em particular, se mostraram como ferramentas eficazes para os estudantes estabelecerem uma conexão mais profunda com os conceitos teóricos, superando as lacunas identificadas no pré-teste. Ao manipular materiais e observar

fenômenos relacionados à gravidade, os alunos puderam construir uma compreensão mais intuitiva e abrangente do tema.

Ao proporcionar experiências práticas, os experimentos contribuíram para a estruturação da aprendizagem e a formação de conceitos científicos mais sólidos. Essa abordagem pedagógica, alinhada com as propostas de Vigotski (1984), permitiu que os alunos avançassem em suas zonas de desenvolvimento proximal, superando desafios e construindo novos conhecimentos com o auxílio do professor. A combinação de atividades práticas com a utilização de mapas conceituais e a contextualização dos conceitos com exemplos do cotidiano, como sugerido por Panofsky *et al.* (1996), mostrou-se uma estratégia promissora para promover uma aprendizagem significativa e duradoura.

A pesquisa indica que os experimentos, quando integrados a um planejamento pedagógico mais amplo, podem ser um recurso valioso para o ensino de ciências, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades como a observação, a análise de dados e a construção de explicações científicas.

5. Conclusão

Na análise das produções científicas, destacamos a carência de experimentação no ensino de ciências. Por isso, é importante integrar os pensamentos destacados por Vygotsky e Zabala nesse processo indissociável de ensino-aprendizagem. Dessa forma, ao produzir esta sequência didática, podemos elencar pontos fortes sobre esse processo indissociável com os estudantes, pois, ao mesmo tempo, em que estarão aprendendo, estarão também ensinando através dos experimentos.

As aulas de ciências são essenciais para o desenvolvimento crítico do estudante, contudo é necessário apresentar uma abordagem instigante para que o ensino não seja monótono e sem significado. Apesar de a aprendizagem ser algo intrínseco, que não podemos observar de forma completa no cérebro humano, conseguimos por meio de ferramentas e técnicas influenciar na aprendizagem do indivíduo e uma dessas formas são os experimentos antigravitacionais.

O termo antigravitacional não é usualmente utilizado para esses experimentos apresentados aqui neste trabalho, contudo é uma concepção instigante para os alunos, sendo como consequência a melhor compreensão sobre o conceito de gravitação.

Por fim, esperamos que, por meio desta sequência didática, os estudantes produzam um ato criativo, uma vez que serão eles o foco central da pesquisa, devido à autonomia com que desenvolverão os experimentos e expressarão suas perspectivas sobre a gravitação.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado do Amazonas (FAPEAM) por ter custeado essa pesquisa com a bolsa de mestrado.

Referências

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo na educação? **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013.

ARAÚJO, J.; ARAÚJO, K. **EaD em Tela: docência, ensino e ferramentas digitais**. Campinas: Pontes, 2013.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições70, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018.

CONCEIÇÃO, C. V. A teoria da aprendizagem social. Enciclopédia Temática, 2016. Disponível em: <http://knoow.net/ciencsocioahuman/psicologia/teoria-da-aprendizagem-social/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GALPERIN, P. I. On the notion of internalization. **Soviet Psychology**, Moscou, v. 5, n. 3, p. 28-33, 1967.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

MANUAL DO MUNDO. Canal de YouTube. 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/c/manualdomundo>. Acesso em: dia mês ano.

LABORATÓRIO DE ENSINO DA FÍSICA. Laboratório de Ensino da Física. Rio de Janeiro: UFRJ, 2024. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/labensino/>. Acesso em: 23 Dez 2024.

MENDES, A. M.; Ferreira, M. C.; Cruz, R. M. Inventário sobre Trabalho e Riscos de Adoecimento – ITRA: Instrumento auxiliar de diagnóstico de indicadores críticos no trabalho. In: MENDES, A. M. (Org.), **Psicodinâmica do Trabalho: teoria, método e pesquisas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2007. p. 111-126.

MARANDINO, M. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 168-193, 2003.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso Editora, 2018. p. 35-76.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2009.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M.. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria: UFSM, 2018.

PIVATTO, W. B. Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de matemática: Análise de uma atividade para o estudo de geometria esférica. **REVEMAT**, Florianópolis (SC), v.9, n. 1, p. 43-57, 2014.

PAULA, J. de; MARQUES FILHO, A.; CERQUEIRA, L. M. de. **A zona de desenvolvimento proximal (ZDP) como elemento de otimização das competências profissionais em organizações que compõem o arranjo produtivo de confecções de Jaraguá-Goiás**. Jaraguá: [s. l.], 2014.

PANOFISKY, C. *et al.* O desenvolvimento do discurso e dos conceitos científicos. In: MOLL, L. (Org.). **Vygotsky e a educação**: implicações pedagógicas da psicologia. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 245-60.

REZENDE, A.; VALDES, H. Galperin: implicações educacionais da teoria de formação das ações mentais por estágios. **Educ. Soc.**, Campinas, vol. 27, n. 97, p. 1205-1232, set./dez. 2006.

SILVA, W. R. da; SILVA, A. C. da. O experimento do cone duplo no ensino médio: Uma pesquisa exploratória. **Experiências em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 13, n. 4, jun. 2018.

SILVA, J. R. R. T. da; LYRA, M. da C. D. P. de. Rememoração: contribuições para a compreensão do processo de aprendizagem de conceitos científicos. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 21, p. 33-40, 2017.

SILVA, A. A. B.; PEDROSO, L. S.; PINTO, J. A. O uso de práticas experimentais na formação de professores em tempos de pandemia: uma proposta de ensino que contempla a construção e utilização do fotogate para o estudo do movimento. In: PEIXOTO, R. (Org.). **Formação inicial e continuada de professores**: políticas e desafios, 1º edição, Curitiba, Bagai, 2020.

VALADARES, E. de C. Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química nova na escola**, v. 13, p. 38-40, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1998.