

ESTUDO DO MOVIMENTO VERTICAL POR MEIO DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS E DA SEQUÊNCIA FEDATHI EM UMA ESCOLA DO ENSINO MÉDIO DA CIDADE DE PORTEIRAS – CE

The Study of Vertical Movement through Spontaneous Conceptions and the Fedathi Sequence in a High School in the city of Porteiras – CE

Érika Sousa de Araújo [erika.sousa@aluno.ufca.edu.br]

Romário Felinto Rafael [romario.rafael@ufca.edu.br]

Francineide Amorim Costa Santos [francineide.amorim@ufca.edu.br]

Universidade Federal do Cariri – UFCA

Rua Olegário de Araújo, S/N, Brejo Santo, Ceará – CE.

Recebido em: 04/10/2024

Aceito em: 26/03/2025

Resumo

Este estudo explorou metodologias alternativas de ensino com o intuito de proporcionar aulas interativas sobre o conteúdo de movimento vertical na disciplina de Física do ensino médio, de tal forma a promover a reestruturação dos conhecimentos prévios dos alunos e promover o pensamento crítico e reflexivo, além de romper o ensino tradicional. A pesquisa é de natureza qualitativa e com fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Buscou-se compreender os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva dos aprendizes através de perguntas iniciais e trabalhar de acordo com as informações já conhecidas por eles, bem como aliar as Concepções Espontâneas com a Sequência Fedathi por meio de um conjunto de passos, tais como, Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova, durante um período de 3 (três) aulas para alunos do primeiro ano do Ensino Médio, com o uso de atividades experimentais, mapas conceituais nas aulas teóricas e no desenvolvimento e construção de um texto por parte dos discentes para exame de consciência sobre a temática proposta. Observou-se nos resultados compreensões que indicam evolução nas concepções do conhecimento científico por parte de alguns alunos sobre os conceitos de gravidade e queda livre, bem como a necessidade de aprimorar o fortalecimento de conteúdos com práticas pedagógicas diferenciadas e relevantes durante as aulas da disciplina. A análise dos resultados evidenciou diferentes níveis de concepções por parte dos discentes, pois enquanto alguns demonstraram compreensão com base sólida sobre o assunto, outros apresentaram algumas dificuldades sobre os conceitos abordados. O estudo fornece insights valiosos para o aprimoramento do ensino do movimento vertical, enfatizando a importância de fortalecer conceitos-chave e abordar concepções espontâneas para garantir uma compreensão abrangente por parte dos alunos.

Palavras-chave: Movimento Vertical; Aprendizagem Significativa; Concepções Espontâneas.

Abstract

This study explored alternative teaching methodologies with the aim of providing interactive classes on the content of vertical movement in the high school Physics subject, in order to promote the restructuring of students' prior knowledge and promote critical and reflective thinking, in addition to break traditional teaching, or what Paulo Freire calls Banking Education. The research is qualitative in nature and based on David Ausubel's Theory of Meaningful Learning. We sought to understand the prior knowledge present in the cognitive structure of the learners through initial questions and work according to the information already known by them, as well as combining Spontaneous Conceptions

with the Fedathi Sequence through a set of steps, such as, Taking a Position, Maturation, Solution and Proof, during a period of 3 (three) classes for first-year high school students, with the use of experimental activities, conceptual maps in theoretical classes and in the development and construction of a text by of students to examine their conscience on the proposed topic. The results observed distorted understandings of scientific knowledge on the part of some students regarding the concepts of gravity and free fall, as well as the need to improve the strengthening of content with differentiated and relevant pedagogical practices during classes in the subject. The analysis of the results showed different levels of conceptions on the part of the students, as while some demonstrated a solid understanding of the subject, others presented difficulties with the concepts covered. The study provides valuable insights for improving the teaching of vertical movement, emphasizing the importance of strengthening key concepts and addressing spontaneous conceptions to ensure comprehensive understanding by students.

Keywords: Vertical Movement. Meaningful Learning. Spontaneous Conceptions.

I. Introdução

É comum encontrarmos situações no cotidiano em que a ideia de movimento vertical esteja presente, como por exemplo, a queda de objetos. A abordagem de tais conceitos em sala de aula permite a compreensão e interpretação por parte dos discentes sobre alguns fenômenos que acontecem na natureza e no dia a dia, bem como ajuda no entendimento de outros conceitos físicos, tais como, força gravitacional, energia e trabalho.

Em sala de aula, um exemplo simples e comum que o professor tem para abordagem dos conceitos e fenômenos sobre movimento vertical é a apresentação de dois corpos com massas diferentes. Na maioria das vezes, ao serem questionados sobre qual deles chegarão primeiro ao solo, após serem soltos simultaneamente e da mesma altura, é provável que os alunos respondam que o objeto de maior massa atingirá primeiro o solo. No entanto, apesar das evidências observacionais, sabemos que o tempo de queda de um objeto independe de sua massa e, podemos dizer que, a resistência do ar, geralmente, é a responsável por retardar o tempo de queda do objeto mais leve.

No debate do assunto em questão, surgem vários obstáculos para o docente ao trabalhar os conteúdos em sala de aula, pois é complexo romper o senso comum sobre os eventos observados e convencê-los acerca da verdadeira situação do fenômeno constitui uma tarefa difícil. Além disso, faz-se necessário combater o conhecimento prévio antes de promover a formação do espírito científico, pois, antes mesmo de se depararem com o saber da física, os alunos já possuem experiências cotidianas relacionadas ao fenômeno da queda livre (BACHELARD, 1938).

Adquirir um bom conhecimento sobre esse conteúdo é crucial para compreender o mundo ao nosso redor, e explorar seus conceitos de diferentes formas no ambiente escolar, por meio de experimentos, atividades práticas, jogos e simulações é fundamental para uma aprendizagem significativa. Assim, é crucial que o professor de física seja cauteloso em contextualizar o conteúdo de forma envolvente, com a finalidade de despertar a curiosidade dos alunos e estimular sua participação ativa durante as aulas.

O uso de práticas pedagógicas alternativas se constitui como ferramenta indispensável no processo de ensino e aprendizagem, pois frequentemente encontramos estudantes do ensino médio que não se identificam com a física, e um dos fatores para esse sentimento são as dificuldades com a utilização de ferramentas matemáticas. Assim, os docentes não podem limitar-se somente a cálculos matemáticos e ao livro didático, mas também trabalhar com os alunos conceitos fundamentais e como/onde aplicá-los no cotidiano.

A experimentação surge como uma estratégia pedagógica de ensino e aprendizagem eficaz para despertar nos estudantes o interesse pelos conceitos da Física, pois permite que eles vivenciem, observem e interpretem na prática, com situações do dia a dia, aplicações teóricas e muitas vezes complexas, bem como instigar o pensamento crítico e reflexivo como promoção da cidadania e de uma aprendizagem significativa.

A experimentação possibilita o desenvolvimento de habilidades importantes, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a capacidade de trabalhar em equipe. Ao utilizar a experimentação como estratégia pedagógica, o professor pode tornar as aulas de Física dinâmicas e atrativas, favorecendo a participação ativa dos alunos e a construção do conhecimento de forma colaborativa.

O Phet Colorado é um exemplo de laboratório com simulações virtuais que poderá integrar o plano de aula docente e ser usado como experimento na sala de aula, já que ele foi designado para simular situações que favoreçam a compreensão de conceitos da ciência e matemática. Além disso, oferece aos alunos a oportunidade de compreensão dos fenômenos, sem a necessidade de um laboratório físico, onde muitas vezes encontram-se em situações precárias nas escolas, bem como permite a testagem de hipóteses e observação de resultados de maneira segura e controlada.

A presente pesquisa tem como objetivo apresentar conceitos de movimento vertical para os alunos do 1º ano do ensino médio, de uma escola da rede pública, de Porteiras/CE, por meio de uma proposta alternativa de ensino e aprendizagem, de forma interativa e significativa. O tema em questão, é fundamental para o entendimento de diversos fenômenos físicos e, portanto, é importante que os alunos tenham uma compreensão sólida sobre o assunto

Para apresentação do conteúdo proposto, utilizamos a sequência Fedathi como técnica científica de coleta de dados. A proposta foi criada como uma estratégia de ensino pelo Prof. Hermínio Borges Neto, coordenador do Laboratório de Pesquisa Multimeios da Faculdade de Educação (FACED) da Universidade Federal do Ceará (UFC), em meados da década de 1990, com foco na didática da Matemática.

Essa abordagem foi concebida para orientar o professor no processo de ensino de Matemática, com o objetivo de romper o ensino tradicional. estruturar as etapas do ensino, apoiar a prática pedagógica do professor e seu comportamento enquanto mediador do conhecimento em sala de aula (FELICIO; MENEZES; NETO, 2021). As etapas descritas na proposta consistem em: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova.

Este trabalho está dividido da seguinte forma: na seção 2, referencial teórico, serão discutidos conceitos presentes na literatura sobre a temática proposta e que fundamentaram a descrição dos resultados encontrados após a aplicação do trabalho. Na seção 3, metodologia, estão descritos os procedimentos e instrumentos utilizados para a coleta de dados referente a pesquisa, com base na Sequência Fedathi. Por fim, na seção 4, encontra-se a análise, discussão e interpretação dos dados que foram coletados a partir da aplicação da proposta em sala de aula.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

II.1 MOVIMENTO VERTICAL E A EXPERIÊNCIA DE GALILEU

O movimento vertical é um tipo de movimento que ocorre em relação ao eixo vertical, ou seja, para cima ou para baixo. Ele pode ser observado em diversos fenômenos naturais e em objetos cotidianos, como a queda livre de um objeto, o lançamento de uma bola para cima ou o movimento de elevadores. Sabe-se que os objetos próximos à superfície da terra caem sobre efeito da força de resistência do ar, porém, na Física, em situações idealizadas, essa ação é desprezada.

A história nos mostra que o desenvolvimento da ciência em geral, particularmente da Física, aconteceu devido às várias contribuições de cientistas renomados da área. Porém, é possível observar alguns equívocos conceituais, históricos e filosóficos em livros e textos ao considerarem a presença de “gênios” revolucionários na formulação de teorias e formulações científicas (MARTINS, 2006). Aham que as teorias e desenvolvimentos científicos caíram como um passe de mágica, de uma hora para outra, mas não devido a contribuição de vários autores que tiveram contribuições importantes para a ciência e sociedade.

Um dos casos mais estudados em física é o da queda livre de um objeto, em que a velocidade do objeto ocorre de forma variada e a força da gravidade é a única que atua sobre, como apontado pelos livros didáticos de Física. Assim, independentemente da massa ou forma do objeto, todos atingem o solo simultaneamente, contrariamente a visão aristotélica, que considerava que “dois corpos de forma e tamanho iguais, mas um com o dobro de peso do outro, em queda percorrendo distâncias iguais, o corpo mais pesado atingirá o solo na metade do tempo que o outro” (SOUZA et al, p. 3, 2009).

Por volta do século XVII, o físico e cientista Galileu Galilei levantou dúvidas sobre a forma com que os objetos caíam devido a algumas propriedades da natureza, até então desconhecidas, que poderiam levar à formulação de conclusões errôneas. Por isso, anunciou na Universidade de Pisa a realização de um experimento que viesse corroborar com suas ideias ao deixar cair uma bala de canhão e uma de mosquete, cerca de cem vezes mais leve, do alto da Torre de Pisa, na Itália. Assim, chegou à conclusão de que dois corpos abandonados, ao mesmo tempo e de uma mesma altura, chegariam juntos (simultaneamente) ao solo, mesmo que tivessem pesos diferentes).

Os resultados obtidos por Galileu ao sustentar que o Sol, ao se manter em sua posição estática, estava situado no centro do universo e a terra girava em torno dele, em adesão ao sistema copernicano, fizeram com que as ideias aristotélicas entrassem em colapso e provocassem dúvidas (PEDUZZI, 2015). A história narra que por conta de uma série de descobertas científicas na época, foi instituída uma comissão com teólogos para verificar a ideia central do heliocentrismo, onde teve como veredito que: “a Terra não está colocada no centro do mundo, nem é imóvel, mas se move como um todo, inclusive com movimento diário”, merece uma censura idêntica do ponto de vista filosófico; do ponto de vista teológico é errônea, no que se refere à fé (PEDUZZI, 2015, p.145). O cientista foi proibido de defender conjecturas proibidas pela igreja, sob pena de sanções, o que ocorreria mais tarde com a condenação a inquisição (MARICONDA, 2000).

Essa descoberta foi fundamental para o desenvolvimento da física clássica e explicação sobre o conceito de inércia, que mais tarde levou à formulação da Lei da Gravitação Universal e as três Leis de Newton, que explicam o movimento dos corpos com precisão. O experimento de Galileu também foi fundamental para a compreensão do conceito de gravidade, onde próximo a superfície da terra a aceleração é aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$, surgimentos de novas teorias e explicações da natureza, além da importância da observação e experimentação na ciência.

II.II CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS NO ENSINO DE FÍSICA

A ciência já estava ciente desde o início do século passado da presença de um conhecimento empírico do senso comum que levava os estudantes a cometerem certos erros (SOUZA; NARDI, 2015; ZANATTA; SAAVEDRA FILHO, 2020). Atualmente, é compreendido que os saberes empíricos - ou seja, as concepções espontâneas - desempenham um papel central na maneira como os alunos assimilam novos conhecimentos. Representam noções intuitivas e pressupostos que os discentes trazem consigo antes de serem introduzidos à educação formal e é constituído a partir de suas experiências cotidianas, dia a dia, contexto social e observações informais.

Apesar de Piaget e Ausubel serem considerados pioneiros no Movimento das Concepções Alternativas (SOUZA; NARDI, 2015), somente a partir da década de 1970 é que as investigações em ensino de ciências começaram a se concentrar nas ideias que os alunos, mesmo antes do ensino formal, levavam para sala de aula concepções sobre os fenômenos naturais. Faz-se necessário, a aprendizagem em sala de aula que venham a reformular concepções, crenças, significados e princípios intuitivos trazidos do contexto social e presentes no cognitivos dos alunos, por meio de uma mudança conceitual em que os estudantes abandonassem as concepções espontâneas e passariam a raciocinar mediante os conhecimentos científicos.

Batista e Peduzzi (2019) mostraram em trabalhos recentes que a mudança conceitual não acontece tão facilmente no processo de ensino-aprendizagem, pois há a necessidade de romper o conhecimento do senso comum, adquiridos através da experiência, do cotidiano dos alunos, com argumentos fundamentados no contexto científico, o que envolve discussões dentro do campo da filosofia da ciência.

Assim, o conhecimento intuitivo dos alunos passou a ser valorizado no ensino, reconhecendo que suas ideias, mesmo em contradição com o conhecimento científico (KRAUSE; SCHEID, 2018), afetam a assimilação dos conceitos e tendem a persistir após a instrução. Ou seja, mesmo após os discentes obterem conhecimentos, através do livro didático, ou outros meios de divulgação de informações da ciência, a percepção construída no campo social intuitivamente antes de ingressar em sala de aula, muitas vezes continuam influenciando sua compreensão.

Em consonância com essas ideias, entre todas as características das concepções alternativas, uma das mais inquietantes é a sua estabilidade e resistência à mudança. Dessa forma, mesmo com instrução, os alunos podem manter resquícios das concepções anteriores derivadas da sua experiência cotidiana e do senso comum, o que pode afetar sua capacidade de internalizar completamente os conceitos científicos corretos.

Faccio et.al. (2019) e Hoffmann (2017) constataram em seus estudos que tais concepções espontâneas não se restringem exclusivamente a estudantes do ensino básico, mas também entre estudantes do ensino superior, tanto em países europeus, como no contexto brasileiro. Evidenciou, ainda, que essas noções incorretas persistem em todos os cenários educacionais abordados, reforçando sua presença e impactos generalizados.

O estudo dos referidos autores mostra que as concepções espontâneas configuram uma realidade universal, que vai além das barreiras de sistemas educacionais e locais geográficos. Tais concepções são verificados no trabalho de Alves-Brito e Massoni (2020), onde foram observados através de um relato de experiência sobre o papel da divulgação científica em astrofísica na velhice, que os idosos, assim como alunos da educação básica e universitários apresentavam concepções prévias sobre a temática.

A questão não reside na coerência, ou na ausência dessas concepções, das ideias dos alunos, mas sim na falta de consistência na sua aplicação. Em geral, os estudantes não demonstram firmeza ao empregar seus conhecimentos, pois o uso dessas informações é amplamente influenciado pelo contexto da situação em questão. É comum que os discentes não percebam a existência de uma duplicação de raciocínio, bem como a possibilidade de que alguns deles possam ser contraditórios.

Apesar disso, essa discrepância não deve ser vista como um obstáculo, mas sim como uma oportunidade. Os educadores podem utilizar essas concepções errôneas como ponto de partida para a aprendizagem ao criar um ambiente em que os alunos sejam encorajados a questionar suas próprias ideias e gradualmente (re) construir uma compreensão precisa sobre o conhecimento científico.

Quando o professor está consciente dessas concepções e favorece o ensino e aprendizagem de conhecimentos da ciência, torna-se fácil abordá-las em sala de aula com a finalidade de ressignificar o saber dos alunos, pois é fundamental que o docente esteja informado sobre a presença e a persistência das concepções alternativas, além das diferentes formas pelas quais essas estruturas conceituais podem se apresentar. Particularmente para o caso da mecânica, essas concepções são bastantes recorrentes em todos os níveis de ensino (LEITE, 1993; SANTOS; SASAKI, 2015; FACCIO, 2019).

Com relação à queda dos corpos, observa-se que a gravidade é uma força invisível e sutilmente influencia os movimentos dos objetos em nossa vida cotidiana, além de desencadear a curiosidade inata da humanidade. Quando se trata de compreender a gravidade, os alunos muitas vezes formulam ideias peculiares e intuitivas que nem sempre correspondem às explicações científicas. Essas concepções espontâneas, embora muitas vezes incorretas, revelam a fascinante maneira como os jovens constroem suas percepções do mundo ao seu redor (CUNHA et al, 2020).

Uma concepção que surge com frequência, e de maneira equivocada, é a crença de que a gravidade só influencia objetos em queda livre (ZYLBERSZTAJZ, 1983). Nessa perspectiva, a gravidade parece operar apenas quando algo é solto e cai em direção ao solo. Essa visão limitada pode levar à conclusão errônea de que a gravidade não afeta objetos em repouso ou que já estão em contato com o solo. Dessa forma, a influência abrangente da gravidade sobre todos os objetos, independentemente da posição, acaba subestimada.

Outra concepção notável é a associação exclusiva da gravidade com a verticalidade, ou seja, em direção ao centro da Terra (ZYLBERSZTAJZ, 1983). Os alunos podem ter dificuldade em entender que a gravidade é, na verdade, uma força que opera em todas as direções, atraindo objetos uns em direção aos outros. Isso pode levar à interpretação equivocada de que os objetos caem apenas verticalmente, ignorando a atração horizontal entre eles devido à gravidade.

Além disso, alguns alunos associam erroneamente a força da gravidade à presença de uma atmosfera (ZYLBERSZTAJZ, 1983). Essa concepção sugere que a gravidade é mais forte com a presença do ar e mais fraca em lugares sem atmosfera, o que passa uma visão equivocada nas experiências cotidianas, e que é importante o esclarecimento de que a gravidade é uma força que existe independentemente da atmosfera terrestre.

O papel fundamental do educador na criação de uma sequência didática eficaz se destaca, já que são conjuntos planejados de ações para ensinar um conteúdo de maneira progressiva, alinhados com as metas de ensino e aprendizagem. Essa abordagem é crucial para orientar os alunos na transformação de suas ideias sobre conceitos e fenômenos naturais para uma compreensão científica, especialmente considerando que as sequências pedagógicas visam expor aos estudantes formas de expressão linguística ensinadas, como aquelas usadas na ciência.

II.III APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA E OS MAPAS CONCEITUAIS

O que diz a Teoria da Aprendizagem Significativa? Discutiremos alguns aspectos da, ressaltando, inicialmente, as suas implicações para a aprendizagem, sobretudo, no que diz respeito à relevância dada às estruturas conceituais dos alunos, seus conceitos prévios, ou a existência de subsunçores. Nossa mente é conservadora, aprendemos a partir do que já temos em nossa estrutura cognitiva e que, para promoção da aprendizagem significativa, é necessário explorar esse conhecimento e ensinar de acordo e a partir dele.

No que diz respeito ao processo de aprendizagem escolar, organização interna da estrutura cognitiva dos indivíduos e o pensamento destacado por Ausubel (2003), ratifica a importância do conhecimento prévio, que se apresenta como a variável isolada de maior significância para a realização de uma aprendizagem que é realmente significativa quando se trata de assimilar novas informações.

A aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento é integrado a um conjunto de conhecimentos prévios, organizados de maneira significativa e relevante para o aluno. Os mapas conceituais, por sua vez, são uma ferramenta útil para promover essa aprendizagem, pois permitem que os alunos organizem e conectem conceitos de forma visual e hierárquica (AUSUBEL, 2003).

Esse processo se diferencia da aprendizagem mecânica onde o conhecimento novo é dado ao aluno de forma a não considerar os conceitos presentes em sua estrutura cognitiva. Um ensino que seja iniciado levando em conta o que os alunos possuem em sua estrutura conceitual, ou que possam adquirir antes da introdução do novo conhecimento é baseado no termo organizador prévio ou avançado, defendido por Ausubel.

Dessa forma, Masini e Moreira (2023), por meio da teoria de Ausubel, estabelecem condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, como por exemplo, o fato do material ser potencialmente significativo. Nessa perspectiva, o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, etc.) deve ser capaz de dialogar de maneira lógica, apropriada e esclarecedora com o conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva do aluno.

A utilização de mapas conceituais como ferramenta didática e alternativa de ensino e aprendizagem é essencial para obtenção de uma aprendizagem significativa, pois além de se constituir como material potencialmente significativo, poderá despertar nos discentes a predisposição para aprender. É uma abordagem que tem sido amplamente estudada na área de educação e dentre os autores que contribuíram para o desenvolvimento dessa teoria, destacam-se David Ausubel, Joseph Novak e o professor Marco Antônio Moreira.

Por sua vez, na década de 70, Novak, desenvolveu uma teoria específica sobre os mapas conceituais, conhecida como Teoria da Aprendizagem Significativa por Mapas Conceituais (SANTOS et al, 2021). De acordo com ela, os mapas conceituais são uma representação visual das conexões entre os conceitos, permitindo que os alunos possam compreender, interpretar e integrar novos conhecimentos com clareza, objetividade e eficiência. Nesse sentido, Moreira e Buckweitz (1982, p. 45) “esclarece que os mapas conceituais são diagramas hierarquizados que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte de uma disciplina”.

Vale ressaltar que a abordagem da aprendizagem significativa por meio de mapas conceituais requer um planejamento cuidadoso por parte do professor. Faz-se necessário que os mapas conceituais sejam construídos de forma a conectar os conceitos de maneira clara e relevante, permitindo que os alunos compreendam a estrutura conceitual da disciplina. Assim, a utilização de guias ou modelos de mapas conceituais pode ser uma ferramenta útil para os professores, pois a organização de ideias

sobre um determinado conteúdo terá uma melhor compreensão a partir da esquematização e organização do pensamento.

A aprendizagem significativa por meio de mapas conceituais poderá contribuir para o desenvolvimento de uma educação inclusiva e democrática. Os mapas conceituais permitem que os alunos construam seu próprio conhecimento, integrando suas próprias experiências e saberes, bem como sirva como ferramenta capaz de valorizar a diversidade cultural e cognitiva dos alunos, além de promover uma educação inclusiva e participativa.

Além disso, os mapas conceituais poderão ser utilizados como ferramenta de avaliação da aprendizagem, desde que o professor tenha a concepção de como foi organizado e sintetizado as informações pelo aluno. Os mapas conceituais podem ser utilizados para avaliar a compreensão dos conceitos e habilidades de resolução de problemas dos alunos, a partir daí os docentes poderão identificar lacunas na compreensão e aprendizagem dos discentes (NOVAK e GOWIN, 1984).

Dessa forma, a abordagem da aprendizagem significativa por meio de mapas conceituais pode ser uma estratégia eficaz no ensino de física, promovendo a construção do conhecimento de forma ativa e interativa, contribuindo para a compreensão dos conceitos, o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e o pensamento crítico e criativo.

Nesse caso, a utilização de mapas conceituais como ferramenta para explicar o conteúdo em física pode ser uma abordagem eficaz, pois permite a visualização clara das relações entre os conceitos, desenvolvimento de habilidades na resolução de problemas, bem como instigar o pensamento crítico e reflexivo.

Os alunos poderão assimilar e compreender melhor o conteúdo, construindo um conhecimento que seja ativo, integrado, interativo e significativo sobre a temática proposta. É importante ressaltar que a utilização de um experimento prático também pode ser uma ferramenta alternativa de ensino e aprendizagem complementar eficaz para consolidar o conhecimento adquirido pelos alunos.

II.IV A SEQUÊNCIA FEDATHI E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA

A abordagem conhecida como "Sequência Fedathi" foi concebida na Universidade Federal do Ceará (UFC), com base em pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Pesquisa Multimeios (MM) para o Ensino de Matemática, sob a liderança do Prof. Dr. Hermínio Borges Neto (FONTENELE, 2018). Com o passar do tempo se disseminou significativamente para outras áreas de ensino, na busca de romper o ensino tradicional conhecido pelo uso excessivo do quadro branco, pincel e apagador, ao que Paulo Freire denominou de educação bancária.

O intuito é ressignificar o ambiente sala de aula, que por muito tempo tinha a figura do professor como detentor e disseminador do conhecimento, os quais eram absorvidos pelos alunos. Para uma compreensão mais aprofundada dos princípios, conceitos e pressupostos por trás dessa metodologia, podem ser consultadas coletâneas contendo os principais resultados de pesquisas realizadas (SOUSA et al., 2013; MORAIS; BASTOS; NOBRE, 2023).

A metodologia da Sequência de Ensino FEDATHI, conforme Borges Neto (2018), tem como objetivo fornecer ferramentas que orientem o comportamento dos docentes em sala de aula, ao mesmo tempo em que capacita os alunos a desempenharem um papel ativo em seu processo de aprendizagem, permitindo-lhes construir seus próprios conhecimentos.

A Sequência Fedathi é um método científico utilizado na vivência pedagógica que consiste em quatro etapas: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova. Assume o docente como

mediador do ensino em sala de aula e se preocupa com sua postura para gerar um ambiente capaz de provocar reflexões nos alunos, antes, durante e depois na resolução de problemas., em torno da construção do conhecimento.

Na primeira etapa, é apresentado um problema inicial cuidadosamente planejado para despertar o interesse e a atenção dos alunos. Na Maturação, o professor auxilia os alunos a raciocinarem sobre o problema sem dar respostas prontas, utilizando a pedagogia” mão no bolso” (postura da intervenção programada, pois instiga o aluno pensar, tentar errar e colaborar com os demais colegas) e valorizando os erros como forma de aprendizagem.

Na Solução, os alunos apresentam suas respostas e discutem em grupo os caminhos traçados para chegar a elas. Finalmente, na Prova, a solução é formalizada e sistematizada, valorizando os diferentes caminhos trilhados pelos estudantes. É importante ressaltar que se estabeleça no ambiente de aprendizagem o “contrato” didático, definido como o conjunto de comportamentos do professor que são esperados pelos alunos e os dos discentes esperados pelos docentes. São regras explícitas e implícitas que determinam o que cada parceiro da relação didática deve gerir e apresentar perante o outro.

Essa relação dialógica e multilateral do ensino e aprendizagem deverá ser conduzido pelo professor em sala de aula, por meio de situações problemas capazes de instigar os alunos de acordo com o conhecimento que pretende ensinar da matéria do conhecimento. A linguagem precisa ser clara e objetiva, pois só assim os discentes poderão explorar o problema com mais ênfase. Com a mediação do docente e de posse dos resultados, estabelece trocas de ideias, opiniões e discussões sobre o ponto de vista e modelos propostos pelos alunos.

A Metodologia Fedathi se insere no contexto de sala de aula como ferramenta importante na elaboração e implementação de materiais didático-pedagógicos que proporcione o desenvolvimento de atividades, tarefas e soluções de problemas, além de valorizar o papel investigativo dos estudantes. Note, que a metodologia envolve os sujeitos do processo de ensino e aprendizagem, ou seja, desenvolvimento de atividades, tarefas e solução de problemas.

A realidade do ensino propagado nas escolas aponta para uma metodologia tradicional dos conteúdos, onde os livros-textos contribuem para uma baixa qualidade na área da Física, com conteúdos, álgebra e fórmulas matemáticas. A Metodologia Fedathi visa romper a aprendizagem por depósito e instigar a busca do conhecimento por um processo dinâmico, reflexivo e que valorize os conhecimentos prévios dos discentes, por meio de questionamentos, raciocínio, argumentos e resolução de problemas.

III. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa a ser utilizado no projeto é qualitativa, por possuir uma longa e rica tradição, descrevendo de forma subjetiva contextos de classes sociais imersos no cotidiano. Está relacionada com a qualidade da pesquisa a ser executada, onde o pesquisador deve buscar atribuir significados, participar, entender, compreender e interpretar dados e observações feitas. Tem como principal método de coleta de informações os questionários, contendo perguntas abertas a serem respondidas pelo público participante das atividades, bem como, entrevistas, registrando tudo aquilo que foi expresso pelo entrevistado, por meio de anotações.

A pesquisa qualitativa tem como ambiente de análise o espaço natural e o investigador funciona como ferramenta essencial na exploração da situação que está sendo estudada. A observação é parte importante no processo de análise, seleção e interpretação dos dados coletados no decorrer da abordagem, em que o pesquisador busca atribuir significados, participar, entender, observar

incoerências e contradições nos conteúdos apresentados nos livros didáticos (GODOY, 1995; DESLAURIERS; KÉRISIT, 2023).

A presente pesquisa tem como objetivo apresentar o conteúdo sobre movimento vertical, durante o período de 3 aulas (50 min cada), para alunos do 1º ano do ensino médio, de uma escola da rede pública de Porteiras/CE, por meio da Sequência Fedathi. Esse tema é fundamental para o entendimento de diversos fenômenos físicos e apresenta por parte dos estudantes concepções espontâneas persistentes, como apontam os dados da literatura já mencionados. Assim, faz-se necessário que os professores abordem essas concepções no intuito de fortalecer o ensino e uma aprendizagem significativa.

A primeira aula, e primeira etapa da Sequência Fedathi, consistiu na abordagem da "Tomada de Posição" ou "Apresentação do Problema". Inicialmente, foi averiguado o conhecimento prévio dos alunos por meio de três perguntas iniciais, as quais foram essenciais para problematizar a temática em questão. Elas serviram como ponto de partida para identificar o que os alunos já sabiam sobre os conceitos envolvendo movimento vertical e, assim, estabelecer critérios para a apresentação do conteúdo. A aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento é relacionado com o conhecimento prévio do aluno por meio dos subsunçores (conhecimentos específicos) presentes em sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003).

É importante saber adequar o enunciado e as perguntas problematizadoras sobre os conceitos presentes nos conteúdos com o entendimento dos alunos, seja pela linguagem, ou para promover desafios e reflexão sobre abordagens temáticas presentes no ensino e aprendizagem. Faz-se necessário perguntar e saber quando perguntar, uma vez que poderá facilitar a descaracterização da problemática proposta.

Também, aplicou-se a segunda etapa da sequência, conhecida como "Maturação", de forma cuidadosamente planejada para envolver os alunos de maneira profunda, contextualizada, esclarecedora, interpretativa e discursiva sobre os conteúdos a serem trabalhados. Assim, optamos por uma atividade experimental projetada especificamente para despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes. Embora tenha sido de forma breve e simples, seu propósito era muito claro: criar um ambiente propício para estimular a curiosidade, habilidades e capacidade de observação dos alunos, bem como para a apresentação do conteúdo subsequente por meio de uma experiência prática e interativa, que consiga despertar a atenção e instigar o desejo de aprender o assunto em questão de forma significativa.

Este experimento envolveu o uso de duas folhas de papel: uma delas foi amassada em uma bolinha, enquanto a outra ficou intacta. Cada uma das folhas fora segurada em uma das mãos e em seguida foi feito um questionamento para os alunos sobre qual delas atingiria o solo primeiro e a explicação desse fenômeno. O momento foi produtivo, pois estimulou a interação e discussão em grupo.

Nesse momento, pressupõe-se o amadurecimento das ideias sobre o conteúdo, estímulo a discussões, interações, desenvolvimento de raciocínios para a identificação de caminhos para a solução dos problemas. É importante que as habilidades sejam desenvolvidas no processo de *Maturação*, onde possa favorecer a compreensão e conhecimento das variáveis envolvidas que levem ao entendimento do conteúdo exposto.

Na segunda aula, e terceira etapa da sequência, conhecida como Solução, foi apresentado um vídeo interativo¹, projetado no quadro, com auxílio do projetor, com o experimento de Galileu,

¹ <https://youtu.be/E43-CfukEgs?si=UUL2iH5mV2Cs8fZL>

que consistia em abandonar uma bola de boliche e uma pena de uma certa altura, em uma câmara de vácuo criada com a resistência do ar próxima de zero, após, analisar qual dos dois corpos chegariam primeiro ao solo, contrariando as observações feitas no experimento anterior. O físico britânico Brian Cox elaborou, planejou e executou toda a logística da experiência e veiculou através de um programa da TV BBC.

Nesse momento, os alunos foram convidados a refletir sobre o que foi observado nas duas situações apresentadas (quando a resistência do ar tinha ou não influência nos experimentos). Essa reflexão buscou estimular o pensamento crítico dos discentes e prepará-los para a próxima etapa, que seria a apresentação dos conceitos presentes no conteúdo.

Por fim, no terceiro dia de aula, a partir das reflexões feitas nas aulas anteriores, foi iniciada a quarta e última etapa da sequência: Prova. Nesse momento, apresentou-se um mapa conceitual sobre movimento vertical, que serviu como guia para ministrar o conteúdo. O mapa conceitual (Figura 1) busca organizar e relacionar conceitos, facilitando a compreensão do tema pelos alunos. Essa estratégia é importante para ajudar os estudantes a compreenderem a estrutura do conhecimento a ser apresentado e a relacionar conceitos importantes.

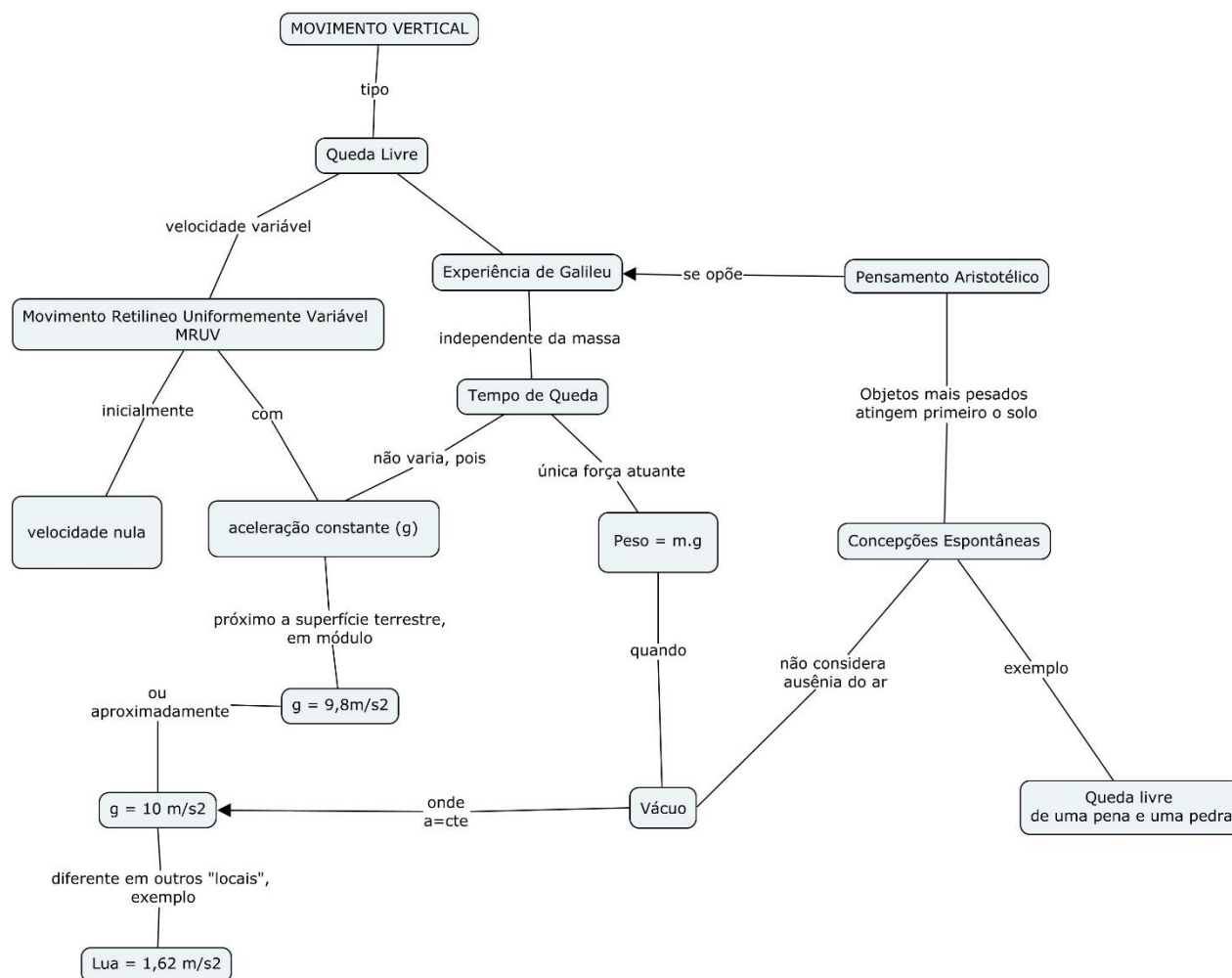


Figura 1. Mapa Conceitual trabalhado na aula.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Após esse momento de aprendizado e de discussão, foi solicitado aos alunos que escrevessem um texto sobre o que foi abordado e compreendido nas aulas, com o intuito de avaliar o quanto de informações foram armazenadas, interpretadas e aprendidas de forma significativa sobre o conteúdo apresentado. A partir das respostas, foi possível comparar o conhecimento prévio dos alunos com o conhecimento adquirido após a apresentação da metodologia aplicada com conceitos sobre movimento vertical.

Vale salientar, que nas discussões dos resultados, bem como em toda a escrita do trabalho, não há menção sobre o nome ou quaisquer dados da Instituição de Ensino onde a pesquisa foi realizada. Por meio de preceitos éticos, a descrição dos alunos está de forma fictícia.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A presente pesquisa busca apresentar conteúdos de Física referentes ao movimento vertical de maneira interativa e potencialmente significativa para alunos do ensino médio, através de estratégias de ensino e aprendizagem baseadas em perguntas iniciais, experimentos, mapa conceitual, atividades práticas e reflexões. Os resultados apresentam indícios de uma aprendizagem significativa dos alunos, uma vez que houve uma reestruturação e (re)significação do novo conhecimento com o conhecimento prévio, bem como o estímulo ao pensamento crítico e reflexivo.

IV.I Questionário

No início das atividades, com base na teoria da Aprendizagem Significativa, utilizou-se como método avaliativo no projeto de intervenção, a aplicação de um questionário, a priori, por meio de 3 perguntas subjetivas e conceituais, para coleta e verificação dos conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos. Com isso, conseguimos informações sobre o nível de compreensão dos discentes em relação aos conteúdos, de tal forma a proporcionar um ensino-aprendizagem eficiente, tendo em vista a heterogeneidade da turma em assimilar os conceitos da disciplina.

1. Por que os objetos caem em direção ao solo? Quais são os fatores que influenciam a queda de um objeto?
2. Se abandonássemos dois objetos com massas diferentes na superfície da Terra, qual deles chegaria primeiro ao solo? É possível que eles atinjam o solo ao mesmo tempo? Explique sua resposta.
3. Por que os astronautas flutuam na lua, mas não na Terra? Quais são as diferenças fundamentais entre a gravidade na lua e na Terra que afetam o movimento dos objetos?

É importante ressaltar que na análise das três questões respondidas pelos estudantes, considerou-se o fato do conteúdo sobre movimento vertical, campo da mecânica clássica, fatores fenomenológicos relacionados ao conhecimento da ciência e do cotidiano dos alunos, para realização da análise e discussão dos dados.

Para cada pergunta, optou-se por selecionar duas respostas, uma que fosse cientificamente correta e outra que estivesse condicionada ao senso comum dos alunos, que muitas vezes são compartilhadas de forma incorreta, a fim de abordar ambas as perspectivas. Após analisar as respostas dos 22 alunos, foram obtidos os seguintes resultados para a primeira questão: "Por que os objetos caem em direção ao solo? Quais são os fatores que influenciam a queda de um objeto?"

Dos 22 alunos, observou-se que 17 deles (77,3%) possuíam conhecimentos prévios sobre a temática e mencionaram corretamente a gravidade como o fator responsável pela queda dos objetos ao serem abandonados de uma certa altura, inclusive próximo à superfície terrestre. No entanto, 5 dos 22 alunos (22,7%) não conseguiram inicialmente formular e relacionar as situações fenomenológicas descritas com os conceitos científicos.

Os resultados indicam que a maioria dos alunos compreende a relação entre a gravidade e a queda dos objetos, enquanto uma parcela menor apresenta dificuldades nesse conceito. A análise sugere a importância de reforçar o entendimento da gravidade e sua influência na queda dos corpos durante as aulas de física, com o intuito de proporcionar uma compreensão abrangente, contextualizada e precisa desse fenômeno, bem como a necessidade de reforçar, construir e reconstruir tais conceitos, principalmente para os discentes com maiores dificuldades.

Além dos resultados mencionados anteriormente, destaca-se a importância do conhecimento sobre a natureza da ciência a partir da compreensão e interpretações do dia a dia dos alunos e que foi possível verificar em uma das respostas obtidas de uma discente, identificada como Aluna A. Ela expressou a seguinte argumentação sobre a problemática envolvida na primeira questão:

"Para algo que está na superfície, como qualquer pessoa, essa atração se manifesta para baixo, que é a direção para o centro terrestre como todos os objetos. Desprezando a resistência do ar, os fatores são a gravidade".

A resposta da Aluna A demonstra uma interpretação e coerência adequada, de um ponto de vista da Física, sobre a influência da gravidade na queda dos objetos, mesmo sem ter estudado tais conceitos anteriormente. Também, indica um conhecimento satisfatório sobre as ideias envolvidas na questão, onde evidencia que ela tinha uma compreensão fundamentada sobre os efeitos do fenômeno próximo a superfície da terra, e que posteriormente, o conhecimento sobre a temática foi ampliado para os demais sistemas do universo, inclusive sobre a mudança dos efeitos e valores da gravidade de acordo com o planeta em análise.

No entanto, é interessante notar que algumas perspectivas podem variar, como destacado por Leboeuf e Borges (2002) que comentam em seus trabalhos que, muitas vezes, as crianças, em geral, insistem que é necessário um meio material, como o ar, ou entidades intermediárias para que a gravidade seja eficaz. Essa visão pode ser desafiadora para elas, pois parece que objetos não podem agir uns sobre os outros sem uma conexão física. Por isso, faz-se necessário uma intervenção elaborada do professor para reformular tais ideias.

A partir dessa análise, observa-se que a resposta da aluna contradiz a concepção comum mencionada pelo autor sobre a confusão entre conceitos nessa fase da vida. Uma vez que a aluna demonstrou uma compreensão avançada e precisa da gravidade, baseada em princípios científicos estabelecidos. Sua resposta destaca a importância da educação científica em esclarecer conceitos e corrigir concepções errôneas, como a ideia de que um meio material é necessário para que a gravidade atue.

Outro aluno, designado de aluno B, ao ser questionado sobre os efeitos da gravidade e queda dos corpos, mencionou que a densidade do objeto é o fator que influencia a queda dos objetos, demonstrando uma possível confusão de conceitos da área da Física, ou uma compreensão equivocada do senso comum.

"Por conta da densidade do objeto que é menor".

A resposta do aluno sobre a problemática, se assemelha aos resultados encontrados no trabalho de Hülsendeger (2004) após fazer um levantamento prévio sobre as concepções dos alunos em relação a queda dos corpos e perceber que eles compartilhavam um pensamento aristotélico já

superados pela ciência atual de que a massa influencia na velocidade dos corpos, bem como atribuir o tempo de queda a densidade dos objetos.

Nesse caso, observa-se a necessidade de trabalhar estratégias didáticas diversas no Ensino de Física, como as utilizadas neste trabalho, para ajudar na esquematização, estruturação e organização dos conteúdos na estrutura cognitiva dos discentes no decorrer das aulas, no intuito de reconstruir e ressignificar a hipótese formulada pelo discente sobre os conceitos da questão, para que possa compreender que é a força exercida pela terra, ou qualquer outro planeta, a principal responsável pela atração e aproximação dos corpos.

Ao analisar a resposta do aluno B, percebe-se que as concepções herdadas do cotidiano sobre o fenômeno físico não estão bem fundamentadas de um ponto de vista científico, ou demonstra uma possível confusão conceitual, ou falta de compreensão sobre a relação entre a gravidade e a queda dos objetos. Essa perspectiva equivocada é assimilada e mencionada por ZILBERSZTAJN (p.3, 1983), que observa que “(...) não faltam também aqueles que (...) pensam que a gravidade terrestre age apenas sobre corpos em queda.

A diferença observada nas respostas dos alunos A e B destaca a importância de trabalhar as concepções espontâneas dos estudantes sobre o conceito de gravidade para facilitar o processo de aprendizagem, pois tal discrepância mostra como é distinto e heterogêneo o nível de conhecimento prévio e aprendizagem entre os estudantes. Logo, faz-se necessário buscar alternativas que viabilizem o diagnóstico dessas concepções, para em seguida, traçar estratégias pedagógicas capaz de promover uma aprendizagem significativa.

Em relação à segunda pergunta do questionário: “Se abandonássemos dois objetos com massas diferentes na superfície da Terra, qual deles chegaria primeiro ao solo? É possível que eles atinjam o solo ao mesmo tempo? Explique sua resposta”. Observou-se que nenhum aluno apresentou resposta condizente com o conhecimento da Física, pelo contrário, fundamentaram suas ideias com base no senso comum ao confundirem os conceitos de peso e massa, bem como mencionar que o objeto mais pesado chegaria ao solo primeiro sem citar a força de resistência do ar como agente responsável.

É aceitável que do ponto de vista do senso comum as respostas sobre tal fenômeno apresentasse distorções em relação ao conhecimento científico da Física, uma vez que a experiência cotidiana mostra de forma intuitiva, após vários séculos, que o objeto com maior massa atinge primeiro o solo (HÜLSENDEGER, 2004). O referencial do trabalho converge para tais narrativas, pois foi possível observar que as ideias aristotélicas perduraram por muito tempo, inclusive com condenação para aqueles com teorias diferentes e inovadoras, como as de Galileu. Além disso, a autora Hülsendeger (2004, p.380) ressalta que “Essa idéia está apoiada em algo que é difícil de refutar, a observação direta da realidade”.

O fato dos alunos terem mencionado que o objeto com maior peso chegaria ao solo primeiro, salienta a necessidade de fornecer esclarecimentos adicionais para aprofundar a compreensão sobre o conceito de queda livre e a influência da gravidade. O erro conceitual foi apresentado, por exemplo, pelo aluno C, ao afirmar que: “*o objeto com mais massa (mais pesado) cairia primeiro*”, o que se constitui como algo natural a ideia de que o peso influencia a velocidade de queda (HÜLSENDEGER, 2004).

Já a resposta fornecida pelo aluno D demonstra uma compreensão cotidiana sobre a influência do ar na natureza. Ela reconhece que “*o objeto com mais massa chegará ao solo primeiro*”, mas é bom enfatizar que essa situação só irá acontecer caso estejamos considerando a resistência do ar. Além disso, pondera que é possível que objetos com diferentes massas cheguem ao solo ao mesmo tempo, na situação em que o objeto com maior massa seja lançado depois do objeto com menos massa.

Essa resposta demonstra uma percepção correta da situação. Na realidade, a ordem em que os objetos são lançados pode influenciar o resultado da queda, pois se o objeto com menor massa for lançado primeiro, ele terá uma vantagem inicial em relação ao objeto mais massivo, o que pode resultar em uma chegada ao solo simultânea, a depender das condições específicas do experimento. Portanto, a resposta da aluna D está correta ao mencionar essa possibilidade.

Como destacado por Filho *et al* (p.2, 2009) “Não é fácil convencer os alunos que o tempo de queda de um objeto independe da sua massa, porque eles vivenciam fenômenos que ratificam aquelas concepções alternativas”, isso está em conformidade com o que Bastos et al. (2004) descrevem como o Fenômeno da Distorção.

Ao analisar a última questão: "Por que os astronautas flutuam na Lua, mas não na Terra? Quais são as diferenças fundamentais entre a gravidade na Lua e na Terra que afetam o movimento dos objetos?", observamos que apenas 13 dos 22 alunos, ou seja, aproximadamente 59% dos participantes conseguiram fornecer uma resposta condizente com os domínios conceituais da Física. Por outro lado, 9 alunos, o que corresponde a cerca de 41% do grupo, não conseguiram desenvolver uma resposta correta para a problemática.

A resposta do aluno D sobre a questão indica uma percepção muito condizente com a que encontramos nos conteúdos da Física sobre a diferença que existe entre as gravidades de diferentes planetas, bem como na Lua e a da Terra, mas apresenta algumas imprecisões pelo fato de não possuir conhecimentos suficientes e sólidos sobre a temática. O discente atribui à seguinte conclusão sobre a problemática:

"Porque na lua existe um tipo de gravidade que faz com que o corpo flutue, que é diferente na Terra"

Isso pode ser relacionado ao que o autor Zilbersztajn (pg.7, 1983) mencionou em seu trabalho, ao observar que algumas pessoas tendem a associar a força da gravidade com a existência de uma atmosfera, como se o ar fosse, de certa maneira, um meio transmissor da força atrativa. Essa associação pode ser uma das razões pelas quais o aluno formulou uma resposta parcialmente imprecisa.

Assim, faz-se necessário trabalhar as concepções espontâneas para que os alunos passem do conhecimento dito como senso comum para o conhecimento científico, à medida que percebam que sua explicação tem um domínio de validade restrita, assim como o conhecimento científico também. Ele precisa compreender a gravidade como um fenômeno físico que causa a atração entre dois corpos quaisquer com massa e que tanto na Lua quanto na Terra, há presença de gravidade, mas a diferença reside em algumas variáveis locais.

É válido destacar que, apesar das imprecisões na resposta do aluno D, ele demonstrou um reconhecimento de que existe algo diferente nas gravidades da Lua e da Terra e que há uma diferença no efeito da gravidade, indicando uma percepção de que os corpos se comportam de maneira distinta nos dois ambientes.

A resposta do aluno E à pergunta sobre por que os astronautas flutuam na Lua, mas não na Terra, reflete uma compreensão vinculada ao senso comum sobre os princípios da gravidade, ao mesmo tempo mostra que o discente consegue ter uma percepção que tal fato acontece devido a intensidade ser maior em uma localidade do que na outra.

"na lua a gravidade é abaixo de 0 e na terra é acima de zero"

Na verdade, a gravidade faz parte de uma força atrativa que atua na direção ao centro de um corpo celeste, como a Terra ou a Lua, a diferença crucial é que a Lua tem uma gravidade menor do que a Terra devido sua massa menor. Portanto, os astronautas flutuam na Lua porque a gravidade

lunar é mais fraca, fato que deva ter provocado confusão na definição do aprendiz ao salientar como causa o fato de ser "abaixo de 0".

Essa resposta ressalta a importância de uma compreensão sólida dos conceitos científicos fundamentais e a necessidade de educação relevante para o ensino e aprendizagem. Por isso, ressalta-se a importância de trabalhar as concepções espontâneas com propostas metodológicas alternativas que busquem uma abordagem dinâmica, contextualizada e problematizadora dos conteúdos em sala de aula e permitir que os discentes tirem suas próprias conclusões sobre a importância de compreender os fenômenos físicos.

IV.II A Escrita do Texto

No último dia de aplicação do projeto, ministrou-se o conteúdo sobre movimento vertical por meio de um mapa conceitual, com o objetivo de aprimorar a compreensão dos alunos e fornecer-lhes uma visão abrangente desse importante conceito físico. O diagrama foi projetado na parede para que todos os discentes pudessem acompanhar a aula sobre o assunto, com isso solidificar, reorganizar e ressignificar seus conhecimentos.

Em seguida, a proposta consistia em escrever um texto de 15 linhas com a finalidade de avaliar a aprendizagem dos alunos após a aplicação da proposta de pesquisa, permitindo-lhes expressar o conhecimento adquirido ao longo das duas aulas. As respostas analisadas refletem o entendimento dos alunos sobre o movimento em queda livre e proporcionarão insights valiosos sobre o progresso alcançado. Ao final, foram recolhidas um total de 21 respostas dos discentes, as quais serão analisadas e discutidas a seguir.

Ao analisar as 21 respostas recebidas, percebeu-se que a maioria dos alunos não conseguiram atingir as 15 linhas solicitadas como redação textual, e as escritas dos textos variaram entre 7 e 10 linhas, o que demonstra uma melhora na capacidade de compreensão e organização do conhecimento sobre os conceitos trabalhados em sala de aula, uma vez que chegaram a descrever com maiores detalhes as situações trabalhadas em sala de aula.

Expressar ideias na elaboração de um texto requer habilidades e amadurecimento na grafia, mesmo que as informações já estejam esquematizadas na estrutura cognitiva, devido a necessidade de manter a coerência, coesão e organização. É importante considerar esse aspecto ao analisar as respostas e buscar compreender e interpretar a essência do pensamento que os discentes quiseram repassar sobre o conteúdo abordado.

Durante a análise das respostas, observou-se que os discentes conseguiram ter uma ideia clara e objetiva sobre o movimento vertical após a abordagem dos conteúdos por meio de estratégias didáticas diferenciadas, mesmo que as concepções espontâneas provoquem impactos e demonstrem obstáculos para o ensino e aprendizagem devido ao conhecimento empírico dos alunos divergir do conhecimento científico, o que Bachelard denomina de obstáculo epistemológico.

Bachelard (1938, p.18), em seu livro “A formação do Espírito Científico”, salienta que o senso comum contamina o intelecto e funciona como barreira para o progresso e compreensão da ciência, pois a experiência anterior leva o indivíduo a cometer erros no processo de desenvolvimento da ciência. Em um primeiro momento ele ressalta que “A opinião pensa mal; não pensa: traduz necessidades em conhecimentos”, em seguida, demonstra preocupação com os conceitos presentes na estrutura cognitiva dos indivíduos ao afirmar que “Não se pode basear nada na opinião: antes de tudo, é preciso destruí-la”.

Assim, foram identificadas 6 respostas que demonstraram que alguns alunos conseguiram ter compreensão e domínios do conteúdo estudado em sala de aula com maior eficácia, já outras 15

respostas apontavam para uma evolução significativa em relação aos dados detectados no início da aplicação da proposta e estavam de acordo com o que se esperava sobre o tema abordado. Dessa forma, foi possível examinar detalhadamente as respostas de cada grupo e identificar os pontos-chaves que precisavam ser trabalhados para melhor entendimento dos alunos.

Um aluno, que chamaremos de X, escreveu o seguinte trecho na sua resposta:

Após aprender sobre o movimento em queda livre, compreendi que quando um objeto é solto ou lançado verticalmente para baixo, sua única força atuante é a força da gravidade. Essa força faz com que o objeto acelere em direção ao solo, aumentando sua velocidade ao longo do tempo. Entendi que a queda livre não é afetada pela massa do objeto, apenas pela aceleração da gravidade. Além disso, aprendi que a trajetória de um objeto em queda livre é uma reta vertical e que a velocidade de queda aumenta constantemente.

A resposta fornecida pelo aluno X evidencia seu bom entendimento sobre o movimento em queda livre, ao identificar corretamente a força peso devido a ação da gravidade, como a única força atuante nesse tipo de movimento (ao desprezar a resistência do ar, arrasto), destacando que é ela a responsável por provocar uma aceleração em direção ao solo, resultando no aumento da velocidade ao longo do tempo. Essa compreensão demonstra sua familiaridade com os princípios fundamentais do movimento em queda livre.

Além disso, o aluno reconhece de forma precisa que a massa do objeto não influencia em seu movimento em queda livre, mas sim a aceleração da gravidade. Essa percepção é crucial, uma vez que mostra que ele conseguiu compreender a independência da massa nesse tipo de fenômeno da área da Física, ao conseguir diferenciar esse conceito de outros tipos de movimentos.

O aluno também descreve adequadamente a trajetória do objeto em queda livre como uma reta vertical, ou movimento retilíneo variado, o que demonstra conhecimento correto sobre a direção e sentido do movimento. Ao mesmo tempo, menciona que a velocidade de queda aumenta constantemente durante a trajetória, o que determina domínio e compreensão na relação existente entre a velocidade e o tempo.

Em suma, a resposta do aluno X reflete uma compreensão e entendimento sobre o conteúdo ministrado e os conceitos básicos ao movimento em queda livre. Sua capacidade de identificar corretamente os elementos-chave, como a força da gravidade, a influência, a independência da massa e da trajetória vertical, demonstra formação sólida de informações que esperava-se encontrar após trabalhar a proposta em sala de aula. Vale ressaltar que esse mesmo discente também respondeu corretamente às três perguntas iniciais, o que reforça a ideia e a importância para a compreensão do conhecimento científico,

Já um Outro aluno Y, afirmou o seguinte no final da aplicação da proposta:

Após estudar o movimento em queda livre, entendi que quando um objeto é solto ou lançado verticalmente para baixo, ele experimenta uma aceleração constante devido à força da gravidade. Essa aceleração é aproximadamente igual a $9,8 \text{ m/s}^2$ na superfície da Terra. Compreendi que a massa do objeto não afeta sua queda livre, pois a aceleração da gravidade é a mesma para todos os corpos, independentemente de sua massa.

A resposta fornecida pelo aluno Y demonstra um bom entendimento dos conceitos básicos do movimento em queda livre, ao justificar corretamente que um objeto em queda livre experimenta uma aceleração constante devido à força da gravidade, com um valor aproximado de $9,8 \text{ m/s}^2$ na superfície da Terra, fato não narrado pelo aluno anterior. Também compreendeu que a massa do objeto não afeta sua queda livre, uma vez que a aceleração da gravidade é a mesma para todos os corpos, independentemente de sua massa.

Essa compreensão é fundamental, pois a aceleração constante da gravidade é um dos principais princípios do movimento em queda livre e que o aluno Y demonstra que conseguiu compreender que todos os objetos, independentemente de sua massa, caem em direção ao solo com a mesma aceleração. Isso significa que a gravidade afeta todos os corpos de forma igual, proporcionando uma experiência de queda livre sem a interferência da massa e da resistência do ar.

Um aluno W forneceu a seguinte resposta na escrita de seu texto:

Após estudar o movimento em queda livre, entendi que quando um objeto é solto ou lançado verticalmente para baixo, ele experimenta uma aceleração constante devido à força da gravidade. No entanto, a massa do objeto afeta a velocidade de queda, onde objetos mais pesados caem mais rápido do que objetos mais leves. Além disso, a altura do objeto também influencia o tempo de queda, onde objetos soltos de alturas maiores levam mais tempo para chegar ao solo. No geral, a queda livre é afetada por diferentes fatores, como a massa e a altura do objeto, que influenciam a velocidade e o tempo de queda.

A resposta dada pelo aluno contém alguns conceitos corretos e outros com informações imprecisas sobre os fenômenos estudados referente ao movimento de queda livre. É positivo que o aluno tenha reconhecido a existência de uma atração constante devido à força da gravidade atmosférica sobre um objeto em queda, bem como em atribuir a altura como fator que influencia no tempo de queda, demonstrando uma melhora significativa em relação ao que foi diagnosticado anteriormente. O conhecimento cotidiano ofereceu resistência ao aluno em assimilar que a massa não afeta a velocidade de queda do objeto.

Hülsendeger (2004) argumenta que as concepções equivocadas sobre o movimento de queda livre residem no fato do aluno não conseguir abstrair os efeitos do ar sobre os objetos. Em seu trabalho, mesmo após aplicações de atividades experimentais, a autora relata dificuldades de se trabalhar o conteúdo em sala de aula, uma vez que nos resultados foi possível observar que alguns grupos de discentes continuaram com a ideia de que a densidade, volume e a forma interferem na queda dos objetos.

É importante ressaltar que, na ausência de outras forças, todos os objetos em queda livre experimentam a mesma aceleração devido à gravidade, independentemente de sua massa, o que também significa que dois objetos soltos simultaneamente de uma mesma altura atingirão o solo ao mesmo tempo. Portanto, faz-se necessário corrigir essas concepções equivocadas e reforçar os princípios fundamentais do movimento em queda livre, por meio de concepções espontâneas de ensino e aprendizagem que venham colaborar na formação dos discentes.

A análise das respostas fornece insights valiosos para o aprimoramento do ensino e aprendizagem referente ao conteúdo sobre movimento em queda livre, onde destaca-se a importância de reforçar conceitos-chave e abordar por meio de situações cotidianas, ou outras ferramentas didáticas, como as concepções espontâneas, para sanar possíveis equívocos e garantir uma compreensão abrangente e precisa por parte dos alunos.

V. Considerações finais

Diante da exploração de estratégias e metodologias interativas para o ensino e aprendizagem do conteúdo sobre movimento vertical no contexto do ensino médio, verificou-se que o estudo proporcionou uma análise aprofundada das respostas dos alunos, revelando tantas compreensões sólidas após a apresentação da proposta quanto erros conceituais. A abordagem pedagógica, baseada em perguntas iniciais, experimentos, mapas conceituais e atividades práticas, reestruturou os conhecimentos dos alunos sobre o assunto e instigou o pensamento crítico, reflexivo e participativo.

Os resultados destacaram que são práticas comuns a confusão entre os conceitos de gravidade e queda livre devido a ideia aceita e herdada pelos alunos do cotidiano, o que ratifica a necessidade de aprimorar, discutir e reformular o ensino e a compreensão desses conceitos durante as aulas de física. Alguns discentes conseguiram compreender os conteúdos estudados, enquanto outros revelaram dificuldades sobre o assunto, onde verifica-se a importância de abordar concepções espontâneas para facilitar a aprendizagem.

A exposição do conteúdo através de mapas conceituais, implementação de atividades experimentais, seguida pela construção de um texto pelos alunos, salientou a importância de práticas pedagógicas alternativas para superar desafios na escrita e nos níveis de compreensão necessários para a aprendizagem do movimento vertical apresentadas durante as aulas.

Os textos produzidos após a apresentação dos conceitos por meio da proposta trabalhada em sala de aula comprovam a importância de se trabalhar os conhecimentos científicos para a compreensão dos fenômenos naturais de forma gradativa, por meio de estratégias didáticas alternativas de ensino e aprendizagem, uma vez que é muito forte a influência das concepções espontâneas, as quais não devem ser trabalhadas como conceitos errôneos, mas como explicações que apresentam um certo domínio de validade. Portanto, o estudo oferece percepções importantes para o aprimoramento do ensino do movimento vertical e deixa questões abertas para serem trabalhadas em estudos posteriores, sublinhando a importância de fortalecer conceitos-chave e abordar concepções espontâneas para garantir uma compreensão abrangente e precisa por parte dos alunos, tendo em vista que eles não “trocam” de concepções simplesmente por achar que a ciência é a verdade absoluta, mas sim pelo “confronto” entre suas explicações e as científicas, a partir do momento que se analisa o mesmo fenômeno submetido a diferentes concepções.

Referências bibliográficas

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Vol. 1. Lisboa, 2003.
- ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T. O papel da divulgação científica em Astrofísica na velhice: relato de uma experiência na extensão universitária. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**. Chapecó, SC. Vol. 11, n. 2 (mai./ago. 2020), p. 199-211, 2020.
- BACHELARD, Gaston. "A formação do espírito científico." *Rio de janeiro: Contraponto* 1938 (1996).
- BATISTA, C. A. S.; PEDUZZI, L. O. Q. Concepções epistemológicas de Larry Laudan: uma ampla revisão bibliográfica nos principais periódicos brasileiros do ensino de ciências e ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 38-55, 2019.
- BASTOS, F. *et al.* Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em ciências: re-visitando os debates sobre Construtivismo. In: BASTOS, F. *et al.* **Pesquisa em ensino de Ciências**: contribuições para a formação de professores. 1a. edição. São Paulo: Escrituras Editoras, 2004.
- BORGES NETO, H. (Org.). **Sequência Fedathi no ensino de Matemática**. Curitiba: CRV, 2017.
- BORGES NETO, H. **Sequência Fedathi: fundamentos**. Curitiba: CRV, 2018.
- DESLAURIERS, J.-P.; KÉRISIT, M. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: POUPART, J. *et al.* (Orgs.). **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. 2.ed. Petrópolis: Vozes, 2010. p.127-53.

- FACCIO, M. et al. Força e movimento: concepções alternativas no Ensino Superior. **Revista Educar Mais**, v. 3, n. 2, p. 173-191, 2019.
- FELÍCIO, M. S. N. B.; MENEZES, D. B.; BORGES NETO, H. SEQUÊNCIA FEDATHI PARA MUDANÇA DE PRÁTICA: estudo de caso de uma experiência com o teatro científico. **Revista Teias**, v. 22, n. 64, p. 132-150, 2021.
- FONTENELE, F. C. **Contribuições da Sequência Fedathi para o desenvolvimento do Pensamento Matemático Avançado: uma análise da mediação docente em aulas de álgebra linear - UFC**. 2018. 192f. - Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira, Fortaleza (CE), 2018. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/37490>>. Acesso em 23 fev.2024.
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, p. 57-63, 1995.
- HOFFMANN, J. L. (2017). Um diálogo sobre as concepções alternativas presentes no ensino das Ciências. *Arquivos do MUDI*, 21(3), 90-101.
- HÜLSENDEGER, M. J. V. C. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 3, p. 377-391, 2004.
- KRAUSE, J. C.; SCHEID, N. M. J. Concepções alternativas sobre conceitos básicos de física de estudantes ingressantes em curso superior da área tecnológica: um estudo comparativo. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 227-240, 2018.
- LEBOEUF, H. A.; BORGES, A. T. (2002). Cai por causa do ar: a gravidade como ação à distância. In: EPEF, VIII, 2002, Águas de Lindóia, SP. **Resumos...**Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/viii/PDFs/CO14_2.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2024.
- LEITE, L. S. **Concepções alternativas em mecânica: um contributo para a compreensão do seu contributo e persistência**. Universidade do Minho (Portugal), 1993.
- MARICONDA, P. R. O Diálogo de Galileu e a condenação. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, v. 10, n. 1, p. 77-163, 2000.
- MARTINS, R.A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 17-30, 2006.
- MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. Vetor Editora, 2023.
- MORAIS, E. P; BASTOS, A. G. L.; NOBRE, F. A. S. O ESTUDO DO EFEITO FOTOELÉTRICO NO ENSINO MÉDIO, A PARTIR DA METODOLOGIA FEDATHI. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 124-146, 2023.
- MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** 2012. Disponível em:<<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueefinal.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2024.
- MOREIRA, M. A. & Buckweitz, B. (1982) **Mapas Conceituais**. São Paulo: Editora Moraes.
- NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. (1984). **Aprender a aprender**. 1ª ed. em português. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 212p.

PEDUZZI, L.O. Força e movimento: de Thales a Galileu. **Publicação interna). Florianópolis: Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina.(revisado em julho de 2019). Recuperado de <http://www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br>, 2015.**

SANTANA, J. R.; BORGES NETO, H.; ROCHA, E. M. **A SEQUÊNCIA FEDATHI: uma proposta de mediação pedagógica no ensino de matemática.** 2004.

SANTOS, A. O. et al. O ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES DE NOVAK E A TEORIA DOS MAPAS CONCEITUAIS. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 46, 2021.

SANTOS, R. J. D; SASAKI, D. G. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 3506-1-3506-9, 2015.

SOUSA, F. E. E. D. et al. Sequência Fedathi uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e matemática. **Fortaleza: edições UFC**, 2013.

SOUZA, R.R; NARDI, R. Mapas conceituais e concepções alternativas em Física: uma proposta de estruturação. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 5, n. 04, p. 187-206, 2015.

ZANATTA, R. P. P.; SAAVEDRA FILHO, N. C. O ensino de ciências e a leitura da modernidade e da pós-modernidade por Bruno Latour: reflexões acerca do surgimento de pós-verdades e concepções alternativas no ensino de física moderna e contemporânea no ensino fundamental II. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1469-1495, 2020.

ZYLBERSZTAJN, Arden. Concepções espontâneas em física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 3-16, 1983.