

O PROCESSO DE RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA: UMA ANÁLISE NO ENSINO DE FÍSICA

The Integrative Reconciliation Process: An analysis in Physics teaching

Camila Souza Nascimento [Camila.csn13@gmail.com]

Tiago Nery Ribeiro [tnribeiro@academico.ufs.br]

Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe Brasil

Recebido em: 22/07/2024

Aceito em: 16/12/2024

Resumo

É uma realidade no Ensino de Física a abordagem de conceitos físicos pelos docentes de forma individual, não promovendo reconciliação integradora entre conteúdos, dificultando a aprendizagem desses conceitos pelos alunos. Esta pesquisa teve por objetivo analisar o processo da reconciliação integradora entre a Terceira Lei de Newton e o conceito de Empuxo, a partir das concepções de professores de Física da educação básica, tendo como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e uma abordagem qualitativa, na qual a coleta dos dados ocorreu por meio da aplicação de um questionário, o qual foi analisado através da Análise Textual Discursiva (ATD). Os resultados demonstraram que a reconciliação integradora entre os conceitos de Empuxo a partir da Terceira Lei de Newton pode possibilitar uma melhor compreensão dos conteúdos pelos alunos.

Palavras-chave: Física; Aprendizagem Ativa; Terceira Lei de Newton; Empuxo.

Abstract

It is a reality in Physics Teaching that teachers approach physical concepts individually, not promoting integrative reconciliation between contents, making it difficult for students to learn these concepts. This research aimed to analyze the process of integrative reconciliation between Newton's Third Law and the concept of Buoyancy, based on the conceptions of basic education Physics teachers, using as a theoretical reference the Theory of Meaningful Learning (TAS) and an approach qualitative, in which data collection occurred through the application of a questionnaire, which was analyzed through Discursive Textual Analysis (DTA). The results demonstrated that the integrative reconciliation between the concepts of Buoyancy based on Newton's Third Law can enable students to better understand the content.

Keywords: Physical; Active Learning; Newton's Third Law; Thrust.

Introdução

Ao longo dos anos, diversas pesquisas presentes na literatura apresentam discussões sobre as dificuldades enfrentadas no Ensino de Ciências, sendo um fato consensual que esse ensino percorre uma crise acerca de metodologias e estratégias de ensino, realidade esta que reflete no processo de aprendizagem dos estudantes.

Essa crise também recai sobre o Ensino de Física, o que observa-se é que os conteúdos desta disciplina vêm sendo abordados de forma descontextualizada, dificultando a aprendizagem dos alunos, uma vez que a sua ênfase está no uso de métodos tradicionais de ensino que promovem a memorização de conceitos, aplicação de fórmulas matemáticas e resoluções de problemas repetitivos, tornando desse modo a aprendizagem puramente mecânica (Jesus et al., 2017). Com isso, os estudantes não conseguem fazer relações dos conteúdos já estudados com os novos a serem aprendidos.

Nessa perspectiva, os documentos da educação como a Base Nacional Comum Curricular – BNCC e os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs reconhecem a importância de conteúdos anteriores para a compreensão dos posteriores. Assim, o PCN+ (2002) ressalta que o ensino de Física deve envolver relações possíveis de serem feitas e também que possam ser traduzidas em uma única linguagem, de forma que possibilite descrever o fenômeno estudado. Ao invés de apenas apresentar “o que ensinar em Física”, deve envolver também o aspecto “para que ensinar Física”, visto que nessa disciplina é de grande importância justificar que a investigação dos fenômenos da natureza e a colaboração que ela fornece contribui para a civilização humana.

Em consonância com a BNCC e os PCNs, Ausubel (2003) tem afirmado repetidamente que a manipulação deliberada dos atributos relevantes da estrutura cognitiva, durante o aprendizado, deve ser uma maneira frutífera de combater a inibição dos processos de inferência na memória. Uma das maneiras que ele sugeriu para realizar isso é através da adesão ao princípio da reconciliação integradora entre conteúdos, pois facilitam a retenção dos conceitos eliminando diferenças aparentes, resolvendo inconsistências, integrando significados e fazendo a sua superordenação.

Diante disso, a reconciliação integradora surge como uma opção para melhorar a aprendizagem dos conteúdos da Física pelos alunos, sendo o professor o responsável por inseri-la no contexto da sala de aula. Porém, apesar da sua importância para o processo de aprendizagem, diversos fatores impedem que os docentes façam o seu uso, sendo alguns deles: a falta de formação adequada, falta de organização curricular, falta de tempo para a realização de práticas experimentais devido à redução da carga horária da disciplina de Física e a falta de recursos didáticos, na qual os professores ficam presos aos livros (Moreira, 2006; Novak, 2011; Tadif, 2014).

Tais dificuldades refletem no processo de ensino, de forma que os docentes acabam não fazendo a relação entre os conteúdos, que se forem correlacionados podem facilitar a aprendizagem dos estudantes, como é o caso dos conteúdos de Empuxo e a Terceira Lei de Newton, já que o Empuxo é uma reação que a força de contato em um meio fluido exerce sobre o corpo (Mota; Santos, 2020).

Diante das discussões expostas, esta pesquisa foi norteada buscando responder às seguintes questões: Pode-se promover um processo de reconciliação integradora entre o conceito de Empuxo e a Terceira Lei de Newton? Se existe, como ela está sendo realizada? Se não existe, por que não está ocorrendo? Assim, o objetivo desta pesquisa foi analisar o processo da reconciliação integradora entre a Terceira Lei de Newton e o conceito de Empuxo, a partir das concepções de professores de Física da educação básica.

Para tanto, realizou-se uma pesquisa com abordagem qualitativa, na qual a coleta dos dados ocorreu por intermédio da aplicação de um questionário, a fim de coletar dados sobre as concepções dos professores acerca da reconciliação integradora para responder às questões já apresentadas. A análise dos dados que foram coletados deu-se por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) segundo Moraes e Galiuzzi (2006, 2007), seguindo os três passos propostos por eles: 1) unitarização, 2) categorização e 3) comunicação.

Aprendizagem significativa

O referencial teórico desta pesquisa está alicerçado nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, proposta em 1963, na qual traz novas perspectivas para o processo de ensino e aprendizagem (Lemos, 2011).

De acordo com Ausubel (2003), a TAS está basea-se nas novas informações expressas de forma simbólica relacionadas ao que aprendiz já sabe “de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interação ativa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflete a natureza substantiva e denotativa deste produto interativo” (Ausubel, 2003, p. 71). Ainda de acordo com este autor, a aprendizagem será significativa, a partir do momento em que a nova informação se conectar com a estrutura cognitiva do aprendiz, expressando significado para ele por meio da interação com os seus saberes prévios (subsunçores) (Ausubel, 2003).

Diante desse contexto, a valorização do conhecimento prévio dos alunos em prol da construção de novos significados de modo contextualizado está presente na AS, na qual tem como objetivo ir além de uma aprendizagem memorística, arbitrária e literal. Diante disso, Ausubel (2003) afirma que a AS é substantiva, pois é a substância do conceito que é absorvido e não apenas um enunciado sem significado para quem compreende.

Assim, no que se refere a aprendizagem com significado é necessário que a nova informação se internalize na mente do aprendiz de forma substantiva, acontecendo uma mudança na sua estrutura cognitiva, tornando-se mais robusta, consolidada e passível de uso futuro em diferentes situações de aprendizagem (Miranda; Belmont; Lemos, 2016).

Novak (2000) propõem três condições fundamentais para o ocorrência da AS, sendo elas: I) conhecimentos prévios; II) Material [potencialmente] significativo; III) o formando deve escolher aprender significativamente.

Na primeira condição, torna-se necessário a interação da nova informação com os conhecimentos prévios. Para Ausubel (2003), a segunda condição que se refere o material significativo, este deve manifestar significado lógico para os estudantes, na qual deve ser relacionado com a sua estrutura cognitiva de forma não-arbitrária e não-literal. Por fim, na terceira condição é o estudante que deve apresentar predisposição para aprender de forma significativa, ou seja, a interação entre a nova informação com o que ele já possui deve se relacionar de forma não trivial.

Em sua TAS, Ausubel (2003) apresenta dois princípios considerados básicos, sendo eles: o da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora. No que se refere a diferenciação progressiva é o princípio na qual as ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início do ensino e, progressivamente, diferenciados, ao longo do processo, em termos de detalhes e especificidades (Moreira, 2011, p. 9). De acordo com este princípio, os conceitos são expostos aos alunos de forma que as ideias mais inclusivas sejam exploradas no início, que progressivamente, vai incorporando preposições aos mais detalhados e diferenciados conceitos no decorrer do processo de ensino e aprendizagem. A ordem para a

apresentação de conteúdo deve condizer com à sequência natural de obtenção da consciência da estrutura cognitiva, quando o indivíduo é exposto a um conhecimento (Ausubel, 2003).

E a reconciliação integradora é um princípio programático da matéria de ensino segundo o qual o ensino deve explorar relações entre ideias, conceitos, proposições e apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes (Moreira, 2011, p. 11). Ou seja, são ligações em que os estudantes relacionam a nova informação com os seus conhecimentos prévios. Assim, na medida que os alunos assimilam o novo conhecimento são manifestados novos significados por meio dos elementos existentes em sua estrutura cognitiva. Com isso, para o docente alcançar está reconciliação de modo eficiente, é necessário que ele organize o ensino descendo e subindo hierarquicamente as estruturas conceituais, na medida em que é apresentada a nova informação (Moreira, 2010).

Com relação a organização do material instrucional, de acordo com Ausubel (2003, p. 168), a reconciliação integradora “[...] pode ser descrito como um contraponto à prática usual dos livros-texto de separar ideias e tópicos em capítulos ou seções”, cuja finalidade é explorar de forma explícita as relações existentes entre conceitos e proposições, enfatizando as diferenças buscando reconciliar as inconsistências aparentes ou reais.

Moreira (2011) ressalta que a grande maioria dos livros didáticos não buscam promover os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, visto que a organização do livro é linearmente cronológica, iniciando dos mais simples para o mais complexo.

Assim, apesar da grande importância dos livros didáticos para o ensino, é necessário que os professores para promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora entre conteúdos se desvincule da ordem cronológica apresentadas nesses materiais, buscando assim trabalhar-lós de forma organizada, ou seja, descendo e subindo as estruturas conceituais hierarquizadas na medida que a nova informação for exposta conforme ressalta Moreira (2010).

Percurso Metodológico

Em termos metodológicos, a pesquisa desenvolvida e exposta neste trabalho apresenta uma abordagem qualitativa, tendo como proposta compreender um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos a operacionalização de variáveis (Minayo, 2002, p. 21-22).

Participaram desta pesquisa 20 discentes do Programa de Pós-graduação Profissional em Ensino de Física – PPGPF da Universidade Federal de Sergipe - UFS, ligado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF/polo 11, que atuam como professores de Física na educação básica. Cabe salientar, que por se tratar de uma pesquisa com seres humanos, recorreremos ao comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, que foi aprovado com o objetivo de garantir a ética científica e dignidade dos participantes desta pesquisa.

Este trabalho corresponde a um recorte da dissertação de mestrado de um dos autores, em que os dados foram coletados por meio de um questionário sobre a reconciliação integrativa entre os conceitos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo, na qual foi aplicado de forma on-line por meio do *Google Forms*, juntamente com o questionário foi enviado o RCLE - Registro de Consentimento Livre e Esclarecido.

Para a análise dos dados foi utilizado a Análise Textual Discursiva (ATD). Segundo Moraes e Galiuzzi (2007), a ATD é uma metodologia de análise de dados, de natureza qualitativa, que permite

trabalhar com textos e informações que objetivam produzir novas compreensões sobre os fenômenos a ser investigado, na qual é examinado por uma análise rigorosa e criteriosa para reconstruir conhecimentos já existentes relacionados com o tema investigado (Moraes; Galiuzzi, 2007, p. 11).

Os passos de análise da ATD de acordo com Moraes e Galiuzzi (2006, 2007) são: unitarização, categorização e comunicação.

A unitarização busca examinar materiais detalhados, desagregando para alcançar unidades constituintes e enunciados relacionados aos fenômenos estudados (Moraes, 2003). Nesse passo foi examinado de forma detalhada o corpus da pesquisa, que foi composto pelas respostas dadas pelos docentes ao questionário, elas foram desagrupadas e em seguida foram atribuídos códigos de identificação para cada docente, exemplo: (D1, D2, D3, ..., D20).

A categorização é um processo de criação, organização, ordenamento e síntese, é também um processo que visa compreender o fenômeno investigado a partir de uma estrutura de categorias (Moraes; Galiuzzi, 2007). Essas categorias podem ser somente do tipo a priori ou do tipo emergente, como também pode se mistas, ou seja, envolver os dois tipos em uma mesma pesquisa.

Nessa pesquisa, as categorias utilizadas foram do tipo mistas (a priori e emergente), uma vez que a elaboração da categoria a priori ocorreu antes da análise do corpus, e a emergente ocorre em conformidade com a análise do corpus, na qual estão apresentadas no tópico referentes aos resultados e discussões.

A comunicação refere-se à explicação do pesquisador com relação ao material analisado, embasada na teoria que fundamentou a pesquisa, na sua organização do material e também na forma que o pesquisador compreende o mundo acerca das suas experiências. Assim, para alcançar uma compreensão mais profunda a respeito do fenômeno estudado, foi feita a comunicação com rigor e clareza das respostas obtidas através do questionário com a fundamentação teórica que embasou essa pesquisa.

Resultados e discussões

Perfil dos docentes

A partir dos questionários respondidos pelos 20 docentes, observa-se que todos são licenciados em Física por um período que varia entre 1 ano e 6 meses a 25 anos, na qual possui uma faixa etária entre 24 e 51 anos. Sendo que 13 participantes são do gênero masculino e 7 do gênero feminino. Com relação ao tipo de escola que os docentes atuam, 18 atuam em escola da rede pública e 2 em escolas da rede privada.

Análise das Concepção dos professores

No que se refere a análise de concepções de professores, o objetivo foi verificar as suas concepções: se eles têm, fazem ou não a reconciliação integrativa entre os conceitos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo.

Posteriormente, serem discutidas as categorias a priori e emergentes.

Categoria 1 - Lecionando o conteúdo de Empuxo

Esta categoria abrange três questionamentos, sendo eles:

1) Você consegue lecionar o conteúdo Empuxo para os alunos da educação básica?

De acordo com as respostas dos docentes, observamos que 9 (D1, D2, D6, D8, D9, D11, D13, D18, D20) responderam que *às vezes* conseguem lecionar o conteúdo de empuxo para os alunos da educação básica, 9 (D3, D4, D10, D12, D14, D15, D16, D17, D19) que *sim* e apenas 2 (D5, D7) disseram *não*.

2) Existe algum fator que dificulte ou impeça que lecione o conteúdo Empuxo na educação básica?

Foi perceptível que 11 docentes (D1, D2, D5, D6, D7, D8, D9, D13, D18, D19, D20) afirmam *que existem fatores* que os impedem de lecionar o conteúdo de Empuxo na educação básica e 9 (D3, D4, D10, D11, D12, D14, D15, D16, D17) declaram *que não existem*.

3) Caso a resposta do quesito 2 seja afirmativa, justifique sua resposta.

Com relação a questão 3, dos 11 docentes que responderam afirmativamente à questão 2, vale destacar que 8 (D1, D5, D6, D7, D9, D13, D18, D20) atribuíram a redução da carga horária da disciplina de Física como fator de impedimento, 1 (D19) declarou a ausência de experimentos a serem realizados em sala de aula, 1 (D8) a evolução de habilidade da turma e 1 (D2) a dificuldade dos alunos de fazer a relação entre os conteúdos de Empuxo e Terceira Lei de Newton.

As dificuldades apresentadas pelos professores é uma realidade que persiste nas escolas principalmente da rede pública, pois na disciplina de física há uma certa quantidade de conteúdo a serem lecionados durante o ano letivo em uma curta carga horária.

Categoria 2 - Sondando conhecimento sobre Empuxo a partir da Terceira Lei de Newton

Esta categoria abrange seis questionamentos, sendo eles:

1) Suponha na situação (I) um bloco A em equilíbrio estático, e na situação (II) um navio flutuando em um meio com água, também em equilíbrio estático. Assinale a figura que representa os vetores força das situações (I) e (II) corretamente”.

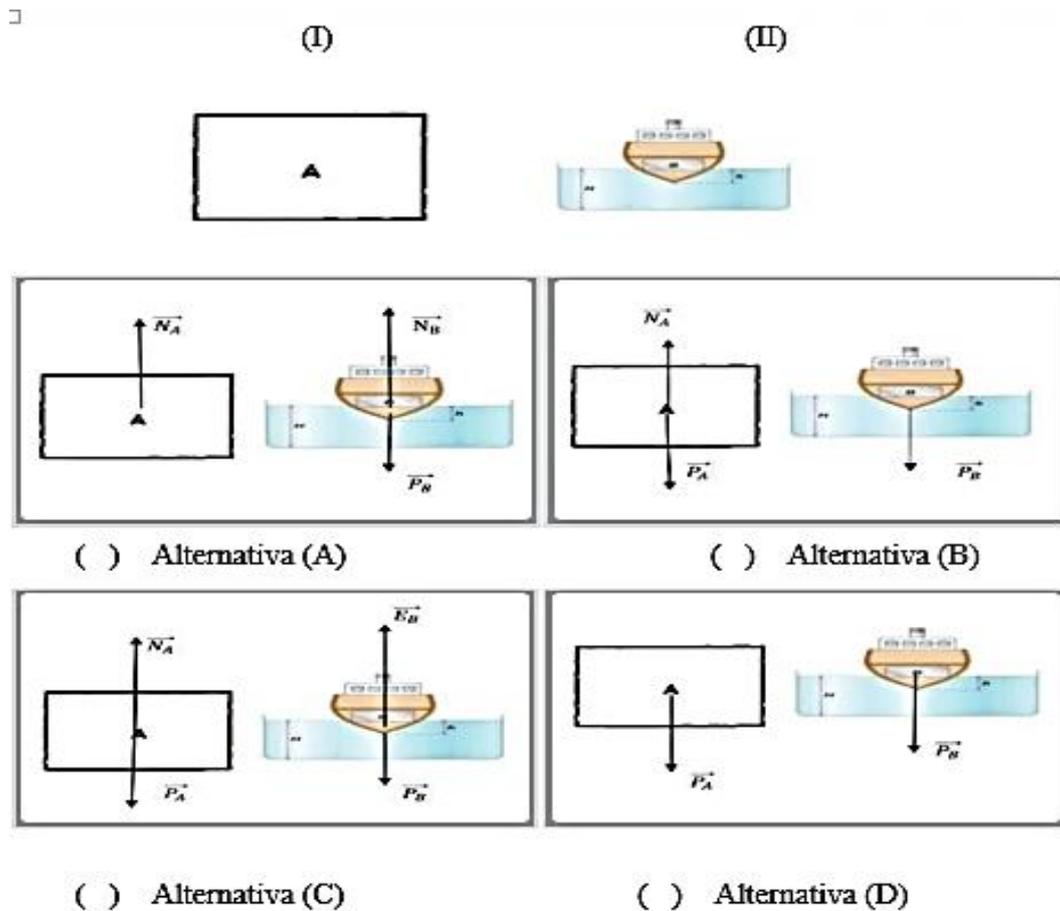


Figura 1: vetores forças das situações (I) e (II).
Fonte: <https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mef004/20021/Angelisa/porqueonavioflutua.html>.

Para este questionamento, foi perceptível que todos os 20 docentes responderam de forma correta, ou seja, assinalaram como resposta a alternativa (C), na qual não foi evidenciado a existência de fatores que pudessem remeter a algum tipo de concepção alternativa que impediria de fazer com que eles observassem o equilíbrio adequado.

2) Na sua concepção existe algo em comum sob a ótica dos conceitos da Física nas situações (I) e (II) do quesito 1? Justifique a sua resposta”.

Dos 20 docentes que responderam ao questionário, 6 não responderam a este questionamento (D3, D7, D8, D10, D12, D14) apenas 1 docente (D17), citou de forma direta *Terceira Lei de Newton* como sendo consequência das situações (I) e (II) apresentada na questão anterior, como exposta sua resposta abaixo:

D17: Em ambos os casos estão representados os pares de forças atuantes cujo somatório vetorial é nulo, o que implica a **Terceira Lei de Newton** (Ação e Reação), assim explicado no ensino básico, mesmo não sendo o correto, uma vez que a força Normal não é em todas as situações uma força de Reação ao Peso, pois para ser um par de força de ação e Reação as forças devem ser opostas, ter mesma direção e mesmo módulo. Mas neste exemplo em particular podemos dizer que a força Normal tem a mesma direção e o mesmo sentido que $-P$.

Já os demais, 13 docentes (D1, D2, D4, D5, D6, D9, D11, D13, D15, D16, D18, D19, D20) reconheceram com adequação a situação do *equilíbrio dos corpos* por meio das forças contrárias

(forças de ação e reação), mas chegam a citar de forma direta essa ação e reação como sendo consequência da Terceira Lei de Newton. Abaixo podemos observar algumas dessas respostas:

D2: Sim. O **equilíbrio** das forças que atuam sobre os corpos em questão.

D4: Sim. As duas situações apresentam corpos nos quais uma força exercida pela superfície de contato **equilibra** a força peso.

3) Observe o quesito no Quadro 01. Em seguida, descreva passo a passo, como você resolveria esse quesito em uma situação real de sala de aula para estudantes da educação básica (Ensino Médio).

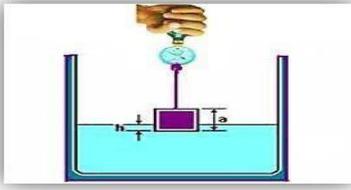
Quadro 01
(UNICENTRO-PR) Um cubo de aresta igual a 10,0cm se encontra suspenso em um dinamômetro que registra o peso de 40,0N. Logo em seguida, metade do cubo é imerso em um líquido e o dinamômetro registra 32,0N.

Nessas condições e considerando-se o módulo da aceleração da gravidade local igual a $10,0\text{m/s}^2$, é correto afirmar que a densidade do líquido, em g/cm^3 , vale quanto?

Figura 2. Quadro 01 referente ao problema do quesito 6.

Fonte: (UNICENTRO – PR).

No que compete aos dados da questão 3 apresentados pelos docentes, observa-se que 3 (D7, D11, D12) *não responderam*, apenas 1 (D19) citou a *Terceira Lei de Newton* como consequência da situação exposta no Quadro 1, 14 (D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D13, D14, D15, D18, D20) abordam em suas respostas todos os *elementos sobre ação e reação*, o que fica perceptível que eles apresentam conhecimentos sobre a Terceira Lei de Newton, pois em suas respostas eles relacionam a situação exposta no quadro 1 com o princípio da ação e reação que é a própria Terceira Lei de Newton, conforme podemos observar na resposta abaixo:

D6: Para explicar essa questão, iniciaria discutindo com os alunos que sempre que corpos são imersos em fluido passa a atuar nele uma força que recebe o de empuxo e que essa força atua no sentido contrário ao da força peso de modo que a diferença observada entre as força peso, marcada no dinamômetro, na situação equivale ao valor do piso que atua sobre o bloco e que esse depende de uma série de fatores que são densidade do fluido que o corpo está imerso, volume imerso no fluido e o valor da gravidade, apresentaria então a equação para força de empuxo e então isolaríamos juntos a densidade do fluido.

A importância da participação ativa dos estudantes durante a resolução de problemas Físicos ficou evidente nas falas desses docentes, o que contribuiu para o processo de apropriação e adaptação dos significados conceituais, tendo em vista que as interações dos alunos com os docentes oportunizam que eles interpretem e manifestem suas opiniões, como citado por Novak (2000).

O docente D16 em sua resposta reconhece a importância da contextualização dos conteúdos de Física por meio da utilização de demonstrações práticas, na qual o uso de experimentos podem contribuir para melhor assimilação dos temas abordados, como demonstrado em sua resposta a seguir:

D16: Tentaria realizar uma demonstração prática com eles e, logo em seguida, relacionaria com as equações matemática envolvidas.

Já o docente D17 em sua resposta, não contextualiza a situação exposta na Figura 2 fazendo somente o uso de equação matemática para a sua resolução, o que pode gerar obstáculos na retenção dos conteúdos pelos alunos, pois à memorização de equações matemáticas não contribuem para a aprendizagem, conforme Brasil (2002; 2018), como pode ser observado na resposta abaixo:

$$\begin{aligned} \text{D17: } E &= d \cdot g \cdot h \\ 8 &= d \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \\ d &= \frac{8}{0,5} \\ d &= 16 \text{ kg/m}^3 \text{ ou} \\ d &= 16 \cdot 10^3 / (10^2)^3 \cdot \text{g/cm} \\ d &= 16 \cdot 10^{-3} \cdot \text{g/cm}^3 \\ d &= 0,016 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

Assim, Ausubel (2003) aborda que a pouca contextualização no Ensino de Ciências é um fator que pode gerar obstáculos para o entendimento e compreensão de modo adequado dos conteúdos de Física.

4) Um professor de Física em sua aula faz a seguinte afirmação: “Um astronauta socando o espaço vazio com o punho está exercendo uma força”. Na sua concepção, essa afirmação está correta? Justifique a sua resposta.

Para a questão 4, 6 docentes (D1, D10, D14, D15, D16, D18) declararam que a afirmação exposta no enunciado dessa questão está *correta*, 12 (D2, D3, D4, D5, D6, D7, D9, D11, D13, D17, D19, D20) afirmaram que *não*, 1 (D8) que pode *está correta ou não* e 1 (D12) *não concluiu*, tendo em vista que citou somente o princípio da ação e reação como consequência da situação exposta.

Para os docentes que afirmaram, 1 (D16) justificou a sua resposta por meio da conceituação da *Terceira Lei de Newton*, 3 (D10, D15, D18), trouxeram elementos sobre o *princípio da ação e reação*, o que demonstra que eles detêm de conhecimentos a respeito da Terceira Lei de Newton, porém ficou evidente em suas respostas que eles apresentam esse conhecimento de forma errônea, já que a afirmação exposta neste quesito apresenta-se de forma incorreta para o que se é proposto pelo princípio da ação e reação, que prevê a força como sendo resultado da interação entre pelo menos dois corpos, ou seja, se o astronauta está socando um espaço vazio, logo não ocorre uma interação entre dois corpos e, portanto ele não está exercendo uma força. 2 docentes (D1, D14) apesar de afirmarem que a afirmação exposta no enunciado desta questão está *correta*, os mesmos não apresentaram em suas respostas nenhuma justificativa para estar afirmação.

Para os docentes que negaram, 1 (D4) justificou que há uma incoerência da afirmação do enunciado acima com a *Terceira Lei de Newton*. Já os demais 11 docentes (D2, D3, D5, D6, D7, D9, D11, D13, D17, D19, D20), justificaram trazendo elementos sobre o *princípio da ação e reação*, ficando perceptível que eles realizam a reconciliação com a Terceira Lei de Newton, como podemos observar nas respostas a seguir:

D4: Não, pois a frase sugere que a força está sendo aplicada no espaço vazio, de forma incoerente com o Princípio da Ação e Reação, que prevê a força como resultado da interação entre pelo menos dois corpos. No caso em questão, para um aluno muito questionador e atencioso, poderíamos explicar que há grupos musculares exercendo

esforços nas estruturas internas do nosso próprio corpo: os bíceps, por exemplo, exercem esforço no antebraço.

D13: Não. Pois a força existe devido à interação entre dois corpos. Neste caso, o astronauta soca o “espaço vazio”, logo não há uma interação e, portanto, ele não exerce força.

O docente D8 respondeu que a afirmação pode apresentar as duas vertentes, ou seja, pode está correta como não, trazendo a seguinte justificativa:

D8: Se a força é classificada como força de campo ou de contato e sendo apresentado aos alunos um espaço vazio como um “vácuo perfeito” onde não há matéria para ter contato e nesse caso entre o punho e o vazio não há um campo, essa concepção seria incorreta. Mas caso fosse apresentado um espaço vazio, vácuo, e apresentada a afirmação de que não existe vácuo perfeito, então o punho aplicaria uma força na matéria existente nesse espaço, aí a afirmativa seria verdadeira.

Somente o D12 respondeu de forma inconclusiva, citando somente o princípio da ação e reação como consequência da situação exposta, podendo ser observado na resposta a seguir:

D12: Forças de mesma intensidade se cancelam pelo princípio da ação e reação.

Na resposta desse docente podemos observar a presença de uma concepção espontânea, na qual a ação e a reação se anulam contrariando a Terceira Lei de Newton, que institui que as forças de ação e reação por atuarem em diferentes corpos não se anulam. Esta dificuldade corrobora com o que foi observado nas pesquisas dos autores Talim (1999) e Silva e Nonenmacher (2018).

5) O enunciado da Terceira Lei de Newton (Princípio da Ação e Reação) é descrito da seguinte forma: “A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos.” Dessa forma, o atrativo ou repulsivo da força entre dois corpos surge como resultado da ação dos dois corpos, um sobre o outro porque eles estão em contato ou experiência entre uma força agindo à distância. A partir da conceituação da 3ª Lei de Newton, você já utilizou alguma vez essa lei para discutir o princípio de Arquimedes (Força de Empuxo) com seus estudantes da educação básica?”.

10 docentes (D2, D4, D8, D9, D10, D12, D13, D16, D17, D19) afirmaram que *sim* e 10 (D1, D3, D5, D6, D7, D11, D14, D15, D18, D20) declararam que *nunca* utilizaram a Terceira Lei de Newton para discutir o princípio de Arquimedes (Força de Empuxo) com seus discentes da educação básica.

6) Em caso de resposta afirmativa, relate como foi a experiência (dificuldades, estratégias, recursos utilizados etc.) em discutir a 3ª lei de Newton no Princípio de Arquimedes. Em caso de resposta negativa, exponha os motivos que impediram a discussão da 3ª lei de Newton em tal situação.

Para este questionamento, os docentes que afirmaram na questão 5 ter utilizado a Terceira Lei de Newton para discutir o princípio de Arquimedes relataram em suas experiências que por meio da conceituação da Terceira Lei de Newton os estudantes conseguiram visualizar a correlação existente entre esses dois conteúdos. O que de acordo com Ausubel (2003), a relação existente entre os conteúdos pode ser um elemento com um grande potencial para facilitar a retenção dos conteúdos, possibilitando que docente verifique se os contrastes, semelhanças e conceitos estão sendo aprendidos de forma coerente pelos alunos.

Ainda em suas experiências relataram como dificuldade a falta de recursos para a realização de experimentos, conforme pode ser observado nas respostas a seguir:

D2: A experiência permitiu a correlação dos conceitos, mostrando a interligação construtiva dos assuntos e suas aplicações.

D8: [...] A principal dificuldade é a falta de recursos, como um dinamômetro que mediria a força Peso antes do objeto ser colocado na água e o peso aparente após o corpo está na água.

Para os docentes que negaram, na questão 5 nunca terem utilizado a Terceira Lei de Newton para discutir o princípio de Arquimedes (Força de Empuxo) com seus discentes da educação básica, 3 (D3, D5, D6) citaram como impedimento a redução da carga horária da disciplina de Física, ainda o docente (D3) citou o fato desses conteúdos serem abordados no ensino em capítulos distintos e (D6) se referiu que ainda não tinha pensado na hipótese de fazer a relação entre esses dois conceitos, como podemos observar nas respostas a baixo:

D3: Geralmente esses assuntos são dados de forma separada e com o novo ensino médio fica muito difícil fazer essa relação devido ao pouco tempo em sala de aula, a carga horária de física está sendo de 1 aula por semana no ensino médio, dessa forma fica difícil com a quantidade de conteúdos que temos conseguir chegar em hidrostática no 1º ano por exemplo, muitas das vezes não há tempo hábil ficamos refém do sistema, temos q selecionar alguns temas para abordar e além disso, os livros são bastante resumidos, o que também dificulta nosso trabalho.

D6: Como mencionado anteriormente, muitos conteúdos precisam ser deixados de lado em detrimento da redução da carga horária da disciplina, fato que possibilita esse trabalho com temas específicos da física, entretanto confesso que não havia feito antes essa análise da possibilidade de juntar os dois conceitos, usar terceira lei de Newton para explicar empuxo.

Outros fatores impeditivos foram: a falta habilidade para relacionar os conteúdos, a falta de base matemática dos alunos, o uso demasiado dos livros didáticos pelo professor, e o fato da maioria desses livros não apresentarem nenhum tipo de ligação entre os conteúdos, ou seja, uma reconciliação integradora, conforme observado nas respostas a seguir:

D12: Falta de base matemática e recursos lúdicos.

D14: O principal motivo é porque estamos presos ao livro didático e como o livro não traz essa abordagem não buscamos outros conteúdos para abranger a discussão em sala de aula.

As respostas dos dois docentes (D14 e D15), revelam que a grande maioria dos livros didáticos abordam os conteúdos de modo contrário do que é imposto pelo princípio da reconciliação integradora de acordo com Ausubel (2003) e Moreira (2010), pois as ideias e os tópicos são separados em capítulos e seções, de forma que não contribui para o favorecimento da existência da diferenciação progressiva e para a não exploração explícita das relações que existem entre as proposições e os conceitos com o intuito de fazer a reconciliação das inconsistências reais e até mesmo das aparentes, não atingindo o que Ausubel chama de reconciliação integradora (Moreira, 2006).

Categoria 3 – Circunstâncias que dificultam a compreensão da 3ª lei Newtoniana

Esta categoria abrange dois questionamentos, sendo eles:

1) Muitos estudantes compreendem Força como uma propriedade inata ou adquirida por um objeto. Esse raciocínio permite que eles observem aspectos como peso, movimento, atividade ou força como sendo determinantes na força de um objeto, contribuindo para a concepção que determinado objeto por ser mais pesado, rápido ou forte executará uma força maior que o outro, contrariando assim a 3ª lei newtoniana, uma vez que a força não existe, exceto como decorrente da interação de dois objetos, sendo equivalentes em magnitude. Talvez por isso, o estudante tenha a dificuldade de visualizar e entender, por exemplo, que um navio consegue flutuar no oceano. A partir do que foi discutido acima, você, professor de física, atribui essa dificuldade a quais circunstâncias:

- Circunstância 1: Os cursos de formação inicial de professores de física falham ao apresentar a relação existente entre os conceitos e estratégias de ensino acerca do tema;
- Circunstância 2: Os livros didáticos de física não tratam os temas de forma a realizar conexões entre os diferentes conceitos da física;
- Circunstância 3: Os documentos curriculares nacionais não preveem e nem favorecem ao exercício da profissão em sala de aula realizando ligações entre os conceitos e ideias;
- Circunstância 4: Falta de habilidade do professor de física em trabalhar os conceitos de física criando hierarquização e ligações entre conceitos e ideias;
- Mais de uma circunstância;
- outros.

Os docentes (D8, D4 e D20) em suas respostas apresentaram a **circunstância 1** como dificuldade, atribuindo que os cursos de formação inicial de professores de física falham ao apresentar a relação existente entre os conceitos e estratégias de ensino acerca do tem. Diante disso é perceptível que esses docentes apresentam insatisfação com relação aos cursos de formação inicial de professores, sendo necessário cursos que objetivem formar profissionais especializados como ressalta Tardif (2014).

Outra circunstância atribuída pelos docentes (D10, D11, D12, D14, D15, D16) foi a circunstância 2 enfatizando que os livros didáticos de física não tratam os temas de forma a realizar conexões entre os diferentes conceitos da física. Tal situação corrobora com Moreira (2006), na qual este autor enfatiza que a grande maioria dos livros didáticos não fazem a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora entre os conteúdos.

O docente (D7) em sua resposta atribuiu suas dificuldades a circunstância 3, ou seja, “os documentos curriculares nacionais não preveem e nem favorece ao exercício da profissão em sala de aula realizando ligações entre os conceitos e ideias. Corroborando com Novak (2011), o qual enfatiza que as componetes curriculares de ensino não atribuiu uma atenção suficiente para as ideias centrais sobre a matéria ensino.

O docente (D2) em sua resposta abordou a circunstância 4, ou seja, a falta de habilidade do professor de física em trabalhar os conceitos de física criando hierarquização e ligações entre conceitos e ideias.

Vale ressaltar que nessa questão os docentes poderiam atribuir a dificuldade apresentada a mais de uma circunstância. Assim, os docentes (D1, D6, D17, D18) em suas respostas atribuíram a dificuldade as circunstâncias 1 e 2, (D3) as circunstâncias 2 e 3, (D9) as circunstâncias 1, 2, 3 e 4, (D13) as circunstâncias 1, 2 e 4 e (D19) as circunstâncias 1, 2 e 3.

No que compete aos dados da questão, observa-se que os docentes (D4, D5, D17, D18) apresentaram outros motivos além dos já explicitados neste questionamento. Esses motivos serão apresentados de forma abrangente na questão 2 a seguir.

2) Caso tenha considerado que exista outro motivo que não esteja contemplado na relação descrita no quesito 1, apresente-o a seguir.

Para a questão 2, quatro docentes (D4, D5, D17, D18) apresentam outros motivos além dos já explicitados na questão 1, sendo eles: a dificuldade do aluno é natural e decorrente do senso comum (D4), desvalorização do profissional da educação e a visão distorcida dos alunos com relação a disciplina de Física (D5), falta de habilidade dos docentes (D17), carga horária reduzida da disciplina de Física e a falta de organização curricular (D5, D17, D18).

Tais dificuldades apresentadas pelos professores é uma realidade enfrentada diariamente na disciplina de Física, sendo as concepções espontâneas um grande obstáculo na aprendizagem dos alunos como destaca os autores (Pimentel, 2007; Freitas; Ferreira; Ustra, 2016). A visão distorcida dos alunos com relação a disciplina de Física e enaltecida por Vieira (2020) ao afirmar que na visão dos estudantes, o ensino de Física é de difícil compreensão. Com relação a desvalorização do profissional da educação é um desafio para o desenvolvimento de uma prática docente de qualidade, pois os baixos salários desmotivam na sua atuação, uma vez que estão preocupados em ir em busca de novos trabalhos para complementar sua renda, o que por sua vez acaba sobrecarregando-os devido a sua carga horária exaustiva.

Categoria 4 - Reconciliação integradora

Esta categoria abrange quatro questionamentos, sendo eles:

1) A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, princípios básicos da Teoria da Aprendizagem Significativa, são processos da dinâmica da estrutura cognitiva de um aprendiz que ocorrem simultaneamente e têm a finalidade de eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados e fazer superordenações entre os conceitos. Você já ouviu falar sobre diferenciação progressiva e a reconciliação integradora?

10 docentes (D2, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D12, D13, D16, D17) *afirmaram* que já ouviram falar dos princípios básicos da reconciliação integradora e da diferenciação progressiva fundamentados na TAS e 10 (D1, D3, D10, D11, D14, D15, D18, D19, D20) disseram que *não*.

2) Caso a resposta do quesito 1 seja afirmativa, apresente em qual local/situação você ouviu falar acerca da diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

Os docentes que responderam afirmativamente a questão 1, citaram em suas respostas mais de um local/situação na qual ouviram falar sobre a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, sendo eles: na universidade em disciplina do curso de Pós-graduação a nível de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (D2, D4, D7, D16), em leitura de artigos acadêmicos (D5, D6), cursos de graduação (D6, D7, D9), curso de especialização (D6), curso de formação continuada (D8, D13) e pesquisa individual para a elaboração da dissertação de mestrado (D17).

3) Você já utilizou o processo de diferenciação progressiva e/ou reconciliação integradora em algum momento em suas aulas de física?

7 docentes (D4, D5, D7, D8, D12, D13, D17) *afirmaram* que já utilizaram o processo de diferenciação progressiva e/ou reconciliação integradora em algum momento em suas aulas de física e 13 (D1, D2, D3, D6, D9, D10, D11, D14, D15, D16, D18, D19, D20) que *não*.

- 4) Caso a resposta do quesito 3 seja afirmativa, apresente, pelo menos, uma situação cotidiana em sala de aula em que você utilizou a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

Para a questão 4, vale destacar que todos os docentes apresentaram situações cotidianas em sala de aula, na qual eles fizeram a utilização diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, porém apenas as respostas dos docentes (D4, D5, D8, D13) apresentam coerências relacionadas aos princípios fundamentados na TAS, como pode ser observado nas respostas abaixo:

D4: Na explicação da queda livre, por exemplo. Inicialmente, a maioria dos alunos acreditam que corpos mais pesados caem mais depressa. Realizo experimentos com objetos diferentes, mostrando que o mais pesado pode cair primeiro (o apagador e uma folha). Os dois podem cair ao mesmo tempo (um apagador e a tampinha de caneta). O mais leve pode cair primeiro (um pedaço de folha amassado e uma folha). Daí questiono a influência do ar. Aerodinâmica de carros de corrida, postura de um ciclista ou motociclistas em corridas. São exemplos conhecidos. Quando eles se convencem de que a resistência do ar é um fator decisivo no tempo de queda, solto o apagador e a folha aberta colocados sobre um caderno 12 matérias. Alguns ainda opinam que a folha “vai flutuar”. Mas quando observam que caem ao mesmo tempo, percebem que não é o peso do corpo o fator determinante para o tempo de queda, e que sem a resistência do ar todos os corpos caem com a mesma aceleração da gravidade.

D5: Acredito que sim; veja só: Antes de começar a abordar determinado tema, primeiro pergunto aos alunos se eles já ouviram falar sobre, por exemplo: "Aluno x, você acredita que calor e temperatura são sinônimos? Você acredita que a cor desse objeto que estamos vendo é uma característica própria do objeto?". Diante dessas afirmações eu busco entender os conhecimentos prévios dos alunos e a partir das análises feitas separar o que é ciência e o que é apenas conhecimento popular. Então eu acredito que estou sim trabalhando o processo de diferenciação progressiva integradora do aluno.

D8: Ao apresentar as leis de Newton, em particular o princípio fundamental da dinâmica, determinado pela equação a força resultante sobre um corpo e depois fazendo análises de diferentes casos de aplicações de forças para a determinação da força resultante com bloco ligados por cordas, corpos ligados por polia fixa, corpos em contato, forças perpendiculares aplicadas no mesmo corpo, força de atrito, que sempre voltam para a equação do PFD.

D13: Acredito que a construção do conceito de força seja desenvolvida por meio dessa perspectiva. Pois apresentamos o conceito de força de forma geral, na primeira série do EM, por exemplo, e vamos discutindo os diferentes tipos ao longo do curso. Quando chegamos na terceira etapa do EM, por exemplo, e trabalhamos com força elétrica, relacionamos a ideia geral com o caso específico.

Nas respostas dos docentes podemos observar a presença de elementos que remetem a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, na qual é importante destacar que os usos

desses elementos podem contribuir para uma melhoria na compreensão e assimilação dos conteúdos pelos estudantes, já que esses elementos permitem que os docentes verifiquem se os contrastes, semelhanças e conceitos estão sendo aprendidos de forma adequada pelos alunos, promovendo assim uma significação e o desenvolvimento de superordenações entre os conteúdos (Ausubel, 2003).

Outro elemento identificado nas respostas dos docentes foi o retorno à hierarquia dos conceitos com o intuito de reforçar as relações significativas que existem entre os conceitos específicos e inclusivo, o que corroborado com Ausubel (2003).

Considerações finais

Os resultados alcançados por meio da análise do questionário revelam a existência de alguns fatores que impedem os docentes de fazerem em sua abordagem a relação do conteúdo de Empuxo a partir da Terceira Lei de Newton, sendo eles: a dificuldade do aluno decorrente de concepções alternativas; redução da carga horária da disciplina; livros didáticos apresentarem esses conteúdos em capítulos distintos; os documentos curriculares nacionais falham na orientação com relação à ligação entre conceitos e ideias; falta de habilidades do professor em trabalhar os conceitos de Física; falta de valorização do profissional da educação e falta de organização curricular.

Conforme Ausubel (2003), o não desenvolvimento da reconciliação integradora entre os conteúdos dificulta a sua retenção, situação essa que foi possível observar nas repostas dos professores, na qual deixaram claro que a relação entre esses conteúdos contribuem para a ocorrência dessa reconciliação.

Diante disso, apesar desse reconhecimento é notório que o ensino de Física vem passando por dificuldades, que podem ocasionar prejuízos na aprendizagem dos alunos, tendo em vista que apenas 7 docentes dentre os 20 que participaram da pesquisa afirmaram que já utilizaram o processo de diferenciação progressiva e/ou reconciliação integradora em suas aulas de Física, na qual ainda reforçaram que a hierarquia dos conceitos é importante para a relação significativa existentes entre os conceitos mais específicos e mais inclusivos, o que corrobora com Ausubel (2003).

Ainda foi possível observar nas respostas dos docentes que eles adquiriram conhecimentos acerca desses princípios em instituições acadêmicas (cursos de mestrado e graduação), curso de formação continuada, leitura de artigos acadêmicos e em pesquisa durante a sua vida acadêmica.

Portanto, a partir dos resultados apresentados, infere-se que utilizar no ensino de Física a reconciliação integradora pode possibilitar ao docente a oportunidade de fazer a relação entre conteúdos, contribuindo de forma promissora para o ensino dos conteúdos dessa disciplina. Também pode contribuir no aperfeiçoamento da formação e prática docente, pois favorece que o docente retome a hierarquia dos conceitos, o que conseqüentemente contribui para a ocorrência de indícios de AS pelos alunos.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Uma perspectivacognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

AVILES, I.E.C; GALEMBECK, E. Que é aprendizagem? Como ela acontece? Como facilitá-la? Um olhar das teorias de aprendizagem significativa de David Ausubel e aprendizagem multimídia de Richard Mayer. **Aprendizagem Significativa em revista**, Porto Alegre, v.7, n.3, p.1-19, 2017.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular** – Versão final. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio):** Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília 2002.

FREITAS, D. S; FERREIRA, W. F; USTRA, S. R. V. Terceira Lei de Newton e “cabo de guerra”: compreendendo a motivação nas aulas de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.11, n. 2, 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008. 220p.

JESUS et al. (2017). Repensando a metodologia do ensino tradicional de física nas escolas públicas: Um estudo de caso do centro integrado de educação navarro de brito em vitória da conquista/BA. Seminário Gepráxis, Vitória da Conquista – Brasil, v. 6, n. 6, p 1477-1489, 2017. Disponível em: <http://anais.uesb.br/index.php/semgepraxis/article/view/7305/7082>. Acesso em: 02 maio de 2024.

LEMOS, E.S. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**, v.1, n. 1, p. 25-35, 2011.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 21. ed. Petrópolis: VOZES, 2002. 80p.

MIRANDA, C. J. M; BELMONT, R. S; LEMOS, E.S. A aprendizagem de conceitos em aulas de educação física escolar: planejando uma proposta de ensino. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**, v.6, n.1, p. 21-35, 2016.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Uni-juí, 2007.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 186, p.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. Editora livraria da física, 2011(a), São Paulo/SP.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**, v.1, n.3, p. 25-46, 2011.

MOTA, A. R; SANTOS, J.M.B. Princípio de Arquimedes e condições de flutuação em estações laboratoriais no ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.15, n.2, 2020.

NOVAK, J. D. **Aprender, Criar e Utilizar o Conhecimento**. 1. ed. Plátano: Edições Técnicas, 2000.

NOVAK, J. D. A Theory of education: meaningful learning underlies the constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility.

Aprendizagem Significativa em Revista, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 1 -14, 2011.

PIMENTEL, E. C. B. **A física nos brinquedos – o brinquedo como recurso instrucional no ensino da Terceira Lei de Newton**. 2007. 187 f. Dissertação (Mestrado Ensino de Física) – Universidade de Brasília. Instituto de Física/Química. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Brasília – DF. 2007.

SILVA, J. C; NONENMACHER, S. E. B. O ensino das leis de Newton a partir das concepções prévias dos alunos e de mapas conceituais. **Ensino Em Revista**, v. 25, n. 2, p. 431–451, 2018.

TADIF, M. **Saberes docente e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2014.

TALIM, S. L. Dificuldades de aprendizagem na terceira Lei de Newton. **Cad.Cat. Ens. Fís.**, v. 16, n. 2, p. 141-153, 1999.

VIEIRA, R. C. **O estudo da Hidrostática em uma perspectiva da Tecnologia Social em uma turma do Ensino Médio da zona rural de Acopiara por meio de uma sequência de ensino por investigação**. 2020, V567e. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte –CE, 2020.