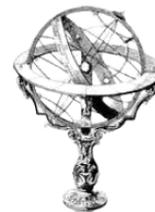




**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PPGECIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**



CAMILA SOUZA NASCIMENTO

**UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA NO
ENSINO DE FÍSICA**

**SÃO CRISTOVÃO
2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PPGECIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**



CAMILA SOUZA NASCIMENTO

**UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA NO
ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), na Linha de Pesquisa em Currículo, Didáticas e Métodos de Ensino das Ciências Naturais e Matemática, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Nery Ribeiro

**SÃO CRISTOVÃO
2024**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

N244a Nascimento, Camila Souza.
Uma análise do processo de reconciliação integradora no ensino de física / Camila Souza Nascimento ; orientador Tiago Nery Ribeiro. - São Cristóvão, SE, 2024.
166 f.:il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Sergipe, 2024.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física - Experiências. 3. Aprendizagem ativa. 4. Livros didáticos. I. Ribeiro, Tiago Nery, orient. II. Título.

CDU 53:37.02



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGECIMA



CAMILA SOUZA NASCIMENTO

UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA NO ENSINO DE FÍSICA.

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
26 DE MARÇO DE 2024

Documento assinado digitalmente
gov.br TIAGO NERY RIBEIRO
Data: 26/03/2024 14:10:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Tiago Nery Ribeiro (Orientador)
PPGECIMA/UFS

Documento assinado digitalmente
gov.br DIVANIZIA DO NASCIMENTO SOUZA
Data: 26/03/2024 23:09:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

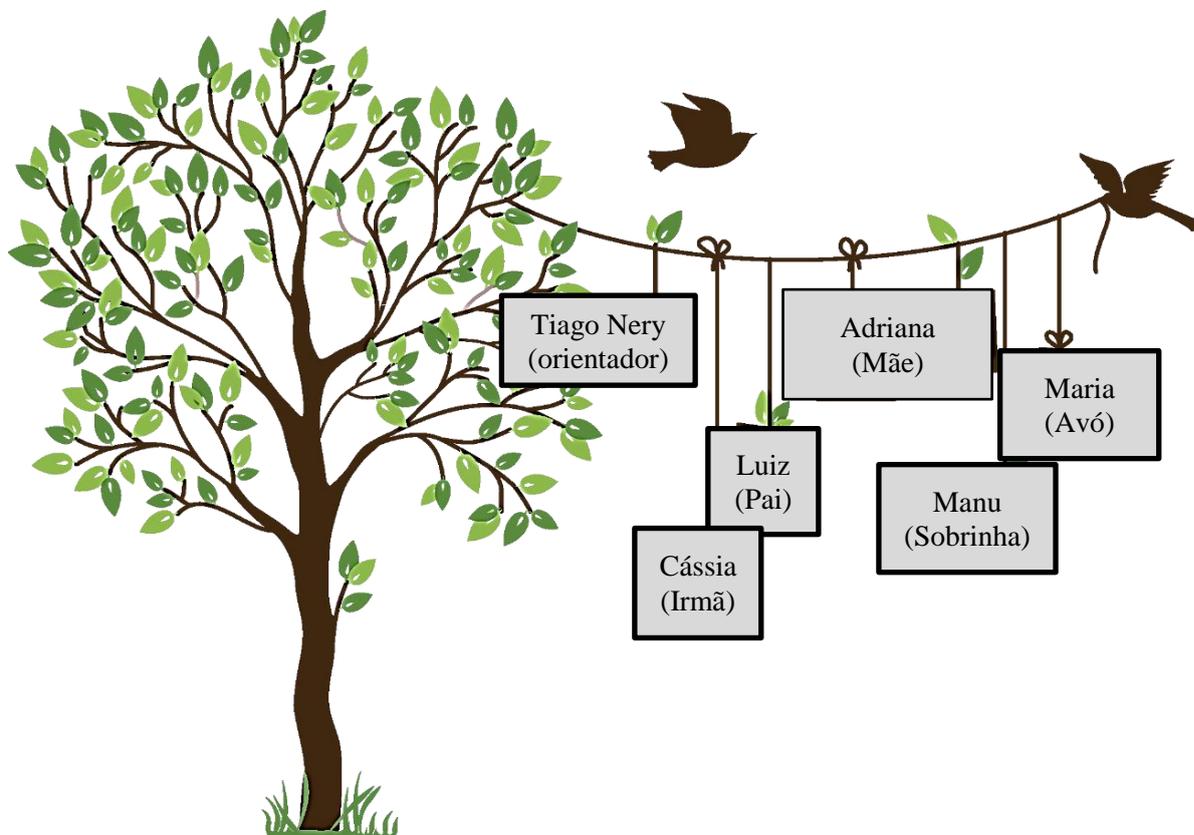
Prof. Dr. Divanízia do Nascimento Souza
PPGECIMA/UFS

Documento assinado digitalmente
gov.br MILENE RODRIGUES MARTINS
Data: 01/04/2024 18:49:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Milene Rodrigues Martins
Universidade Federal Fronteira Sul/ UFFS

Documento assinado digitalmente
gov.br KATIA CALLIGARIS RODRIGUES
Data: 01/04/2024 16:53:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Kátia Calligaris Rodrigues
Universidade Federal de Pernambuco/UFPE



Dedico esse trabalho a Deus a meus pais: Adriana e Luiz Carlos, à minha irmã Cássia, à minha sobrinha Maria Emanuely, e à minha avó Maria Felicidade. Obrigada por todo apoio e incentivo. Também dedico ao meu orientador Tiago Nery Ribeiro: obrigada por todos ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu quero agradecer a Deus pelo dom da vida, por ter me tornado uma pessoa forte e persistente. Sou grata por todas as oportunidades que vem proporcionando em minha vida e por ter me mostrado que apesar de todas as dificuldades e limitações, eu poderia fazer diferente e vencer e, por ter me colocando de pé dia após dia. Obrigada meu Deus a palavra de sempre é “GRATIDÃO”.

Agradeço a minha família que sempre acreditou em meus sonhos, estando sempre ao meu lado, me incentivando a lutar e nunca desistir. Esse sonho não foi somente meu, foi nosso. Em especial eu quero agradecer aos meus pais: Adriana e Luiz Carlos a minha irmã Cássia e a minha sobrinha Maria Emanuely, vocês foram a peça fundamental de apoio e incentivo para que eu continuasse estudando e não desistisse dessa caminhada. Também quero agradecer ao meu tio Osmundo, minha madrinha Sineria, minha tia Aline, meus afilhados Alice e Thomas e ao meu cunhado Luciano Martins, obrigada por tudo, que Deus abençoe sempre cada um de vocês.

Agradeço aos meus professores da licenciatura em Física, José Uibson e Michelly, obrigada por todos os ensinamentos e por sempre acreditarem em mim, que Deus os abençoe sempre.

Agradeço aos meus amigos e colegas de curso, em especial agradeço as minhas amigas e companheiras de jornada: Daiane, Aline, Thais e Maria Janine. Também agradeço ao meu grande amigo Jodeclan. Obrigada por todo apoio e incentivo durante essa jornada, que Deus os abençoe sempre.

Agradeço a todos os professores do PPGECIMA que contribuíram para o meu aprendizado e formação durante o mestrado. Em especial agradeço ao meu orientador: Dr. Tiago Nery Ribeiro, obrigada por toda paciência, ensinamentos e orientações nessa pesquisa, muito obrigado professor, que Deus te abençoe sempre.

Enfim, agradeço a todos que torceram por mim, não foi fácil chegar até aqui, diante de tantas limitações, Deus me deu forças para prosseguir nessa caminhada, a fé me tornou mais forte diante das dificuldades e a vitória sempre chega para quem acredita em si mesmo e nunca desiste de lutar pelos seus sonhos.

RESUMO

No ensino de Física, nota-se que os conceitos físicos são abordados pelos docentes de forma individual, não havendo reconciliação integrativa entre os conteúdos, o que dificulta a compreensão e a aprendizagem dos estudantes sobre tais conceitos. Essa reconciliação é um dos princípios básicos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Nesse caminho, a reconciliação integrativa no ensino de Física, pode trazer ganhos de aprendizagem aos estudantes e uma importante contribuição para a prática pedagógica dos docentes. Esta pesquisa teve como 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 que atuam na educação básica. Este trabalho está alicerçado nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e Novak. A coleta de dados desta pesquisa ocorreu por intermédio da análise de respostas a um questionário, que foi elaborado pelos pesquisadores e respondido por 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. A participação dos professores foi anônima e aleatória contabilizada ao responder ao questionário online que foi enviado via Google Formulário. O questionário elaborado teve como objetivo verificar as concepções dos professores: se eles têm, fazem ou não a reconciliação integrativa entre os conceitos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo. Esta pesquisa apresenta abordagem qualitativa, sendo também de natureza básica, exploratória e descritiva, que envolve procedimentos de levantamento bibliográfico e documental. Em relação a análise das respostas dadas pelos professores ao questionário, ela foi feita através da Análise Textual Discursiva (ATD). O processo de análise se deu por meio da categorização das respostas dos professores ao questionário. Os resultados mostram que o processo de reconciliação integradora entre os conceitos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo, apesar de não se encontrar presente em todos os discursos dos docentes que participaram desta pesquisa, pode possibilitar aos alunos uma melhor compreensão desses conteúdos, uma vez que o desenvolvimento da reconciliação integradora no ensino pode e deve proporcionar ao docente buscar à retomada dos conceitos já abordados anteriormente a fim de reforçarem as relações significativas existentes entre os conceitos mais específicos e mais inclusivos. Assim, a reconciliação integradora entre conteúdos pode ser considerada uma estratégia promissora para o ensino dos conteúdos de Física, tendo em vista que o seu uso pode acabar contribuindo para o aperfeiçoamento na formação docente.

Palavras Chaves: Ensino de Física. Reconciliação integradora. Terceira Lei de Newton, Empuxo. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

In Physics teaching, it is noted that physical concepts are approached by teachers individually, with no integrative reconciliation between the contents, which makes it difficult for students to understand and learn about such concepts. This reconciliation is one of the basic principles of David Ausubel's Meaningful Learning Theory. Along this path, integrative reconciliation in Physics teaching can bring learning gains to students and an important contribution to the pedagogical practice of teachers. 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 Physics teachers who work in basic education. This work is based on the principles of Meaningful Learning Theory by David Ausubel and Novak. Data collection for this research occurred through the analysis of responses to a questionnaire, which was prepared by the researchers and answered by 20 students from the Professional Postgraduate Program in Physics Teaching – PPGPF at the Federal University of Sergipe - UFS, linked to the Master's Degree National Professional in Physics Teaching – MNPEF/pole 11, who work as Physics teachers in basic education. Teachers' participation was anonymous and randomly recorded when responding to the online questionnaire that was sent via Google Form. The questionnaire created aimed to verify the teachers' conceptions: whether they have, do or do not make an integrative reconciliation between the concepts of Newton's Third Law and Buoyancy. This research presents a qualitative approach, being also basic, exploratory and descriptive in nature, which involves bibliographic and documentary survey procedures. Regarding the analysis of the answers given by teachers to the questionnaire, it was done through Discursive Textual Analysis (DTA). The analysis process took place through the categorization of teachers' responses to the questionnaire. The results show that the process of integrative reconciliation between the concepts of Newton's Third Law and Buoyancy, despite not being present in all the speeches of the teachers who participated in this research, can enable students to better understand these contents, since that the development of integrative reconciliation in teaching can and should allow the teacher to seek the resumption of concepts already covered previously in order to reinforce the significant relationships that exist between the more specific and more inclusive concepts. Thus, the integrative reconciliation between contents can be considered a promising strategy for teaching Physics content, considering that its use may end up contributing to the improvement of teacher training.

Keywords: Physics Teaching. Integrative reconciliation. Newton's Third Law, Buoyancy. Meaningful Learning.

LISTA DE ABREVIATURAS

AS - Aprendizagem Significativa

ATD - Análise Textual Discursiva

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

MNPEF - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD - Programa Nacional do Livro Didático

PPGPF - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

RCLE - Registro de Consentimento Livre e Esclarecido

UFS - Universidade Federal de Sergipe

TAS - Teoria da Aprendizagem Significativa

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Concepções espontâneas entre o período de 1981 à 2019.....	63
Quadro 2: Referências dos livros que seguiram para análise e seus respectivos códigos de identificação.....	81
Quadro 3: Conceito da Terceira Lei de Newton sugeridos na bibliografia básica que seguiram para a análise.....	85
Quadro 4: Conceito de Empuxo ou princípio de Arquimedes sugeridos na bibliografia básica que seguiram para a análise.....	89
Quadro 5: fatores que impedem a abordagem do conteúdo de empuxo na educação básica citados pelos docentes.....	108
Quadro 6: Pontos em comum apresentados pelos docentes sob a ótica dos conceitos da Física nas situações (I) e (II) do quesito 4.....	111
Quadro 7: Passo a passo utilizados pelos docentes para resolver a situação exposta no Quadro 1.....	113
Quadro 8: outros motivos que gera dificuldades na compreensão da terceira lei de Newton presentes nas respostas dos docentes.....	128
Quadro 9: Locais e situações apresentados pelos docentes que já ouviram falar da diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.....	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Os cinco elementos básicos da teoria humanista de Novak que constituem um evento educativo.....	30
Figura 2: Mapa conceitual organizadores prévios	32
Figura 3: Mapa conceitual TAS.	38
Figura 4: Intensidade das forças aplicadas em blocos na qual o sistema se encontra em movimento.....	56
Figura 5: A força de ação (motorista) aplicada sobre o carro não é maior que a força de reação (carro) posta sobre o motorista	61
Figura 6: Referente ao problema do malabarista manipulando seis bolas iguais.....	61
Figura 7: Exemplo do uso da Terceira Lei de Newton entre corpos que atuam por meio de um terceiro corpo.	66
Figura 8: Etapas para a seleção das pesquisas..	73
Figura 9: Categoria de análise dos livros didáticos	83
Figura 10: Situações cotidianas relacionadas à Terceira Lei de Newton apresentada pelos autores dos livros.	85
Figura 11: Elucidações segundo Pimentel (2007) exploradas pelos autores em suas obras.....	88
Figura 12: Representação esquemática dos três componentes de etapas da ATD	98
Figura 13: Passo um da ATD.....	100
Figura 14: Passo dois da ATD.....	101
Figura 15: Passo três da ATD.....	103
Figura 16: Procedimentos metodológicos.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Artigos e dissertações selecionados para análise.....	73
Tabela 2: Livros didáticos de Física que foram para análise.....	82
Tabela 3: Informações sobre os docentes participantes da pesquisa (N = 20).....	163

SUMÁRIO

UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA NO ENSINO DE FÍSICA



1. PASSAGENS DA VIDA: por onde tudo começou me despertando a motivação desta pesquisa 12

1.1. A agulha de marear e o mapeamento da pesquisa: sancionando o público21



2. TRILHAS ANDADAS: Influências teóricas - conceituais e caminhos metodológicos.....24

2.1. Reconhecendo o grande influenciador teórico e os conceitos que influenciaram nesta viagem, diálogos e nos distintos trajetos.....24

2.1.1. Teoria da aprendizagem significativa.....24

2.1.2. Organizadores prévios/avançados.....30

2.1.3. Tipos e formas de aprendizagem significativa..32

2.1.4. Assimilação.....39

2.2. Terceira lei de Newton e Empuxo nos documentos oficiais.....42

3. Trilhando possíveis percursos e dificuldades: Investigando concepções alternativas.....45

4. Buscando pistas e percursos para traçar um destino a ser percorrido: Uma revisão bibliográfica.....71

5. Alongando a Caminhada: Dialogando com os livros didáticos.....80

6. TRILHOS E TERRITÓRIO: procedimentos metodológicos93

6.1. Características Gerais da Pesquisa93

6.2. Participantes da Pesquisa.....94

6.3. Ferramentas utilizadas para o recolhimento dos trajetos e destinos finais..... 94

6.3.1. Aplicação de questionários em questões de cunho empírico.....94

6.4. Análise dos trajetos e destinos finais: Análise textual Discursiva (ATD).....97



7. DESVELANDO OS (DES) CAMINHOS ANDADOS...106

7.1. Análise do Questionário I: Perfil dos docentes.....106

7.2. Análise do Questionário II: Concepção dos Professores.....106



8. CONSIDERAÇÕES FINAIS EM BUSCA DE UM RECOMEÇO..... 137



REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS..... 140

APÊNDICES..... 154

SUMÁRIO

1. PASSAGENS DA VIDA: o que fez despertar a motivação desta pesquisa	12
1.1. A agulha de marear e o mapeamento da pesquisa: sancionando o público	21
2. TRILHAS ANDADAS: Influências teóricas - conceituais e caminhos metodológicos	24
2.1. Reconhecendo o grande influenciador teórico e os conceitos que influenciaram nesta viagem, diálogos e nos distintos trajetos.....	24
2.1.1. Teoria da aprendizagem significativa.....	24
2.1.2. Organizadores prévios/avançados.....	30
2.1.3. Tipos e formas de aprendizagem significativa.....	32
2.1.4. Assimilação.....	39
2.2. Terceira lei de Newton e Empuxo nos documentos oficiais	42
3. Trilhando possíveis percursos e dificuldades: Investigando concepções espontâneas	45
3.1 A importância da Terceira Lei de Newton.....	45
3.2. Concepções espontâneas e principais dificuldades relacionadas a não compreensão da Terceira Lei Newton.....	52
3.3. Trilhando caminhos para superar equívocos na Terceira Lei de Newton.....	67
4. Buscando pistas e percursos para traçar o destino a ser percorrido: uma revisão bibliográfica	71
4.1. Análise das dissertações.....	74
4.2. Análise dos artigos.....	78
5. Alongando a Caminhada: Dialogando com os livros didáticos	80
5.1. Análise geral da abordagem do conteúdo da Terceira Lei de Newton nos livros da PNLD aprovados em (2021).....	83
5.2. Análise geral da abordagem do conteúdo do princípio de Arquimedes nos livros da PNLD aprovados em (2021).....	89
5.3. Análise do Princípio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa entre os conteúdos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo.....	91
6. TRILHOS E TERRITÓRIOS: procedimentos metodológicos	93
6.1. Características Gerais da Pesquisa	93
6.2. Participantes da pesquisa.....	94
6.3. Ferramentas utilizadas para o recolhimento dos trajetos e destinos finais	94
6.3.1. Aplicação de questionários em questões de cunho empírico.....	94
6.4. Análise dos trajetos e destinos finais: Análise textual Discursiva (ATD).....	97

7. DESVELANDO OS (DES) CAMINHOS ANDADOS.....	106
7.1. Análise do Questionário I: Perfil dos docentes.....	106
7.2. Análise do Questionário II: Concepção dos professores.....	106
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS EM BUSCA DE UM RECOMEÇO.....	137
REFERÊNCIAS.....	140
APÊNDICES.....	154

1. PASSAGENS DA VIDA: o que fez despertar a motivação desta pesquisa

Durante a minha formação acadêmica e vivência cotidiana em sala de aula tenho presenciado dificuldades que os estudantes manifestam em relação a compreensão dos conteúdos que abrangem a disciplina de Física. Foi notório perceber que os alunos não conseguem realizar relações entre os novos conteúdos a serem aprendidos com os que já foram vistos por eles anteriormente, o que conseqüentemente dificulta a compreensão desses conteúdos.

As abordagens tradicionais utilizadas pelos docentes nas aulas não atraem mais a atenção dos alunos. Na visão deles, o ensino de Física é de difícil compreensão e eles não notam nenhuma relação dos conteúdos abordados na disciplina com o seu dia a dia (Alves; Stachak, 2005). Isso porque, geralmente, tais conteúdos estão sendo apresentados de forma descontextualizada, com ênfase na memorização de conceitos, fórmulas e resoluções de problemas repetitivos, tornando desse modo a aprendizagem puramente mecânica (Vieira, 2020).

Surge nesse contexto dificuldades dos alunos em relação aos conteúdos abordados por essa disciplina, ocasionando problemas futuros em sua aprendizagem (Araújo; Uchoa, 2015). Esses autores enfatizam ainda que, em muitos dos casos, a disciplina de Física no Ensino Médio é ministrada por profissionais de outras áreas, sem formação adequada, o que dificulta ainda mais a retenção dos conhecimentos científicos.

Em relação ao conhecimento, Novak (2011) enfatiza que a aprendizagem nas escolas geralmente trabalham por meio da memorização de muitas informações, dando pouca atenção às ideias centrais das disciplinas (componentes curriculares), e que são poderosas no auxílio dos alunos em aprenderem significativamente. O entendimento das grandes ideias tende a facilitar a aprendizagem significativa (AS) de conceitos que estão subordinados, além de dar sentido aos estudantes, por isso devem ser apresentados nos currículos. Ainda de acordo com Novak (2011), a identificação das ideias centrais das disciplinas (componentes curriculares) deveriam ser apresentadas nos currículos, uma vez que trazem grande contribuição aos docentes e discentes.

Diante disso, torna-se clara a necessidade de se repensar o ensino de Física, com o uso de diferentes métodos, os quais devem ser bem planejados pelo docente, proporcionando aos alunos a ocorrência de AS, uma vez que só há ensino quando se tem aprendizagem, o ensino é o meio e a AS é o fim (Moreira, 2011).

O papel do professor e do estudante em relação ao processo de ensino e

aprendizagem aponta para o significado da AS, segundo Lemos (2011), a AS de determinado corpus de conhecimento fornece instrumentos ao indivíduo de modo que ele possa intervir de maneira autônoma na própria realidade, sendo importante que o professor esteja comprometido com a aprendizagem do estudante e este com sua própria aprendizagem.

Ainda de acordo com a Lemos (2011), mencionando Gowin (1891), o ensino e aprendizagem não possuem relação direta de causa e efeito. O bom ensino é aquele que, tendo sido organizado em função das especificidades do conhecimento que se deseja aprendido e do seu público-alvo, garantiu o compartilhamento de significados captados e favoreceu a ocorrência de indícios de AS por parte do aluno. Rodrigues (2005) complementa que no ambiente escolar, a construção do conhecimento científico não deve condicionar somente o fazer para, mas o fazer com, e isso deve ocorrer dentro do processo construtivista no qual é preciso ter como objetivo principal a inclusão da aprendizagem e os seus agentes formadores, sendo eles: docente, aprendiz, conhecimento, pensamento criativo e crítico.

Assim, as atividades relacionadas à formação inicial e continuada de professores são de grande importância para a sociedade e o profissional da educação, demandando uma concepção de aprendizagem que, de acordo com a perspectiva da aprendizagem construtivista, esteja em conformidade e fundamentada na teoria da aprendizagem significativa (TAS) e, como citado por Nóvoa (1995), a formação do professor deve sempre buscar estimular uma visão crítico-reflexiva, fornecendo a ele meios que o leve a ter um pensamento autônomo. Outra forma desse estudo afirma que a formação do educador ultrapassa a obtenção de técnicas e conhecimentos, sendo construídos por acumulação de cursos e efetivando-se através de um trabalho de reflexão crítica relacionadas às práticas e na aquisição permanente da identidade pessoal do docente.

Segundo Tardif (2014), o saber do professor é plural, estratégico e formado por vários saberes, originados de diferentes fontes, sendo algumas delas: as disciplinas curriculares, as profissionais e experiências.

Hoje reconhecemos que o papel da escola é formar alunos críticos, criativos, ativos dentre outros., buscando proporcionar caminhos que os tornem capazes de resolver os problemas que surgem no dia a dia. De acordo com Carneiro (2012, p. 1), “os professores, os estudantes e a sociedade de uma forma geral precisam compreender que a escola é um ambiente propício para a pesquisa, a reflexão, a alegria, a fantasia, a criatividade, ao respeito, enfim, ao compartilhar de experiências”.

A arte do ensino não constitui tarefa simples de ser executada, pois necessita de formação complexa que ultrapassa o simples domínio dos temas a serem apresentados ou até mesmo de conteúdo específico ensinados pelas disciplinas (Shulman, 1986). O domínio de determinado conteúdo é caracterizado como saberes disciplinares, que são apresentados nos cursos e instituições de ensino, os saberes disciplinares originam-se da tradição cultural e social daqueles que produzem os saberes, enquanto o domínio pedagógico é apresentado como doutrinas ou mesmo concepções oriundas de reflexões a respeito da prática educativa. São reflexões de caráter racional e normativa e que levam a sistemas mais ou menos de acordo com a representação e orientação da atividade educacional (Tardif, 2014).

O docente ideal, segundo Tardif (2014), corresponde aquele que tem conhecimento da sua disciplina e do seu programa, possuindo conhecimentos relacionados às ciências da educação e à pedagogia, que são condições para que aquele possa desenvolver um saber de natureza prática, baseando-se em sua experiência no dia a dia juntamente com seus educandos. Essas inúmeras formas de articulação envolvendo a prática do professor e os conhecimentos inerentes a ela acaba por situar os docentes num grupo social e profissional cuja existência depende da capacidade daquele em dominar, mobilizar e integrar tais saberes, sendo essas condições para a sua prática. Em suma, o exercício do ensino necessita de formação especializada e profissional.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) enfatizam que o ensino de ciências deve responder às necessidades que a vida atual impõe, além de estimular o desenvolvimento de saberes que possam abranger a uma cultura geral bem como a uma visão de mundo (Brasil, 2002). Nesse sentido, Moraes (2008) afirma que a contextualização existente nas leis vigentes pode oferecer ao aprendiz da educação básica aprendizagens que sejam capazes de ajudá-lo na compreensão do que ele vivência. A Base Nacional Curricular Comum (BNCC), complementa que o ensino de Ciências deve ter como objetivo fazer do aluno o construtor do seu próprio conhecimento, além de desenvolver neles as suas capacidades e habilidades, com a finalidade de contribuir para o desenvolvimento da sociedade, isto é “uma formação humana integral que vise à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (Brasil, 2018, p. 25).

Nesse sentido, Levinson (2010 *apud* Pinhão; Martins, 2016), a relação que envolve Ciências e cidadania atualmente encontra-se presente nos currículos, ressaltando a necessidade de formação para a participação ativa no meio social, além da tomada de decisões conscientes relacionadas a temas sociocientíficos.

Assim, as propostas apresentadas têm como base a concepção de que o aprendiz necessita perceber a importância e a necessidade em exercer o seu papel de participante ativo no processo de aprendizagem. Ele também enfatiza, por exemplo, que se a Física possui relevância no processo de ensino, então precisa estar clara a necessidade de aprendê-la e nesse sentido é preciso ensiná-la de modo a aproximá-la do estudante. Sendo assim, é fundamental o papel do professor em procurar conhecer a realidade e as experiências de cada aluno e dessa maneira identificar os conhecimentos prévios que o discente já possui (Lemos, 2011).

E conforme exposto nos PCNs, “os alunos chegam à escola já trazendo em sua bagagem cultural vários conhecimentos físicos que construíram fora do espaço escolar, e os utilizam na explicação dos fenômenos ou processos que observam em seu dia a dia” (Brasil, 2002, p. 37). Cabe ao professor utilizar esses conhecimentos prévios que os alunos já possuem em sua estrutura cognitiva e associá-los a nova informação, tendo como principal objetivo facilitar a ocorrência de indícios de uma AS.

Na AS o aluno não é um agente receptor passivo, ele é visto como um sujeito ativo na construção do seu conhecimento. Ele faz uso dos conhecimentos já internalizados na sua mente de forma substantiva e não arbitrária, atribuindo significados a esses conhecimentos para que assim possam captar o significado dos materiais educativos. Nesse processo ocorre a modificação da estrutura cognitiva, “fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e reorganizar seus conhecimentos” (Moreira, 2010, p. 5). Ou seja, é o aprendiz quem constrói e reproduz o seu próprio conhecimento.

Novak e Gowin (1984) afirmam que os acontecimentos presentes em salas de aula são influenciados pelos alunos, pelos docentes, pelos materiais educativos, pelo clima social da escola, da comunidade e pelo grande número de interações existentes entre os indivíduos que variam com o tempo. O processo de ensino e aprendizagem precisa ser encarado como uma negociação de significados, com o objetivo de promover o compartilhamento de ideias que envolvem as matérias curriculares e por meio de uma experiência educacional que é um acontecimento de natureza complexa envolvendo o educador, o aluno, o currículo e o meio.

Assim, para Novak (2000), tanto cabe ao professor como também ao aluno terem compromissos e responsabilidades no processo de ensino e aprendizagem. O aluno no sentido de manifestar disposição para aprender a matéria de ensino de forma significativa, e o docente no sentido de ter conhecimentos necessários a respeito matéria que ensina

para que assim possa fazer uso adequado de materiais potencialmente significativos que possam auxiliar numa ocorrência com indícios de uma AS dos conteúdos abordados pela matéria. Ainda de acordo com Novak (2000), para que a aprendizagem ocorra de forma significativa, torna-se necessário que o professor e o aluno compartilhem significados acerca da matéria de ensino, uma vez que a AS propõe uma integração construtiva de sentimentos, pensamentos e ações que venham ocasionar o engrandecimento do ser que aprende.

Dessa maneira, é necessário que tanto o docente quanto o discente tenham responsabilidades distintas: o professor deve perceber o que o aluno já sabe a respeito do tema, para depois selecionar, organizar e elaborar o material educativo, em seguida deve verificar se os significados compartilhados estão de acordo com os aceitos no contexto da disciplina e por fim rerepresentar os significados de uma nova forma, caso o estudante não tenha êxito na captação dos conhecimentos desejados. Em contrapartida, aluno é responsável por: captar e negociar os novos significados, além de aprender de maneira significativa (Lemos, 2011).

Diante disso, a busca pela AS proposta por Ausubel (2003) e Novak (2000) faz-se necessário para modificar a realidade existente no processo de ensino e aprendizagem e tornar os conteúdos científicos com mais significados para os aprendizes.

Hoje já se sabe que a AS é progressiva, o que implica dizer que os significados são captados e progressivamente internalizados e assim, durante esse processo, a interação social e a linguagem exercem um papel de grande importância para o processo de ensino e aprendizagem (Moreira *et al.*, 2004).

Para Ausubel (2003), a AS apresenta uma grande importância para o processo de educação devido ao fato de “ser um mecanismo humano por excelência, que possibilita a aquisição e o armazenamento da vasta quantidade de ideias e de informações representadas por qualquer área do conhecimento” (Ausubel, 2003, p. 81).

De acordo com Ausubel (2003) a TAS segue dois princípios programáticos facilitadores da aprendizagem, sendo eles: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

A divisão da ordem de apresentação dos conteúdos em “descendente” ou “ascendente” e subsequentemente em estrutura cognitiva tem sido uma constante pelos psicólogos educacionais, sendo que os psicólogos denominados de neobehavioristas vem favorecendo a ordem ascendente enquanto os psicólogos construtivistas favorecem a ordem descendente (Valadares, 2013). Ausubel acredita que a aprendizagem deve iniciar

com ideias gerais e que são progressivamente diferenciadas, apreciando também outro mecanismo com direção ascendente, sendo ela a reconciliação integrativa. Ao aprender de maneira significativa, o sujeito vai do geral ao particular e vice-versa, cujo processo introduz novas informações numa estrutura cognitiva hierarquizada e organizada de maneira sistematizada (Valadares, 2013).

Ausubel (1963, 1968) 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 isto é através da adesão ao princípio da reconciliação integrativa à estruturação de materiais de tal forma que o aprendiz seja levado a relacioná-los um ao outro, explorando as relações, delineando semelhanças significativas e diferenças, e conciliando as inconsistências aparentes ou reais levantadas por eles. Uma maneira de realizar isto no aprendizado da escrita de materiais verbais devem incluir nos materiais “direções de orientação” (cf. Frase, 1969) sob a forma de avisos que levem o aprendiz a fazer as comparações e contrastes relevantes para si mesmo, ou sob a forma de que didaticamente fazem as comparações e contrastes relevantes para o aprendiz.

Para Ausubel (2003), uma das melhores maneiras de se reter os conteúdos assimilados é o docente relacioná-los aos que já foram vistos e que teoricamente estão retidos ou deveriam estar retidos em relação às informações que estão sendo trabalhadas. Ou seja, quando se propiciar uma relação entre conteúdos como por exemplo Empuxo, é de grande importância que o docente traga conceitos da Terceira Lei de Newton à tona, para tentar verificar se os contrastes, semelhanças e conceitos estão adequados. Se o professor em nenhum momento traz isso à tona, então para Ausubel isso vai ser um elemento que irá dificultar a retenção do conteúdo. Assim, é preciso questionar se essa reconciliação integradora está sendo realizada pelos professores de Física da educação básica.

Como motivação pessoal, quando tive a oportunidade de ingressar no Mestrado de Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), vislumbrei a possibilidade de desenvolver um trabalho de pesquisa que abrangesse a relação existente entre os conteúdos de Física com foco na “Terceira Lei de Newton e o Empuxo”. Assim, esta pesquisa tem como referência apresentar caminhos que possam favorecer a aprendizagem dos estudantes.

Justificando a escolha pelos princípios da reconciliação integradora e da

diferenciação progressiva, de acordo com Ausubel (2003), são processos dinâmicos da estrutura cognitiva do aprendiz que facilitam a retenção do conhecimento e tem como finalidade tentar eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados e fazer superordenações entre os conceitos.

Nesse caminho, a reconciliação integrativa entre os conteúdos de Física surge como uma opção promissora, podendo trazer ganhos de aprendizagem aos estudantes. A reconciliação integrativa é um dos princípios básicos da TAS de David Ausubel, tendo suas contribuições no processo de aprendizagem.

É por meio da AS que, de maneira progressiva, a estrutura cognitiva vai se diferenciando e fazendo a reconciliação integradora (Moreira, 2011). Dessa forma, o subsunçor vai adquirindo novos significados, havendo integração de significados de modo que as diferenças aparentes sejam eliminadas. Moreira (2011) explica que a estrutura cognitiva é caracterizada por ser uma estrutura dinâmica e composta de subsunçores que se relacionam e são hierarquicamente organizados por dois processos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

A primeira ocorre através da utilização gradual/sucessiva de um subsunçor e da implantação de novas relações que venham a permitir que aquele possa servir de apoio para novas aprendizagens significativas. Já a segunda, a reconciliação integradora, acontece de forma simultânea e com menos frequência, consistindo na eliminação de diferenças entre os conceitos, além de integrar significados de maneira ordenada. Esses processos são internos e específicos para cada aluno. Caso o docente conheça a estrutura da matéria que ensina (conceitos gerais, intermediários e específicos), aquele pode contribuir na AS dos conceitos pelos discentes.

Sendo mediador do processo de aprendizagem, o papel do docente tem como consequência a apropriação do conhecimento referente a área e a disciplina em que ele atua. O professor, por meio de estratégias de ensino, deve apresentar ao discente os significados que são aceitos no meio social, mas que esteja de acordo com o contexto da matéria de ensino, sendo que, de alguma maneira, o mesmo poderá mostrar ao educador o significado que absorveu a fim de que o professor possa avaliar se o significado que o estudante captou é o aceito no meio social (Clebsch; Marin; Alves Filho, 2022).

O papel e a importância da reconciliação integrativa entre os conteúdos de Física também está expresso nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), que reconhece a importância de conteúdos anteriores para a compreensão dos conteúdos posteriores, assim, “a cinemática, por exemplo, é indispensável para a compreensão da dinâmica, da

mesma forma que a eletrostática o é para o eletromagnetismo” (Brasil, 2002, p. 4).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), também apresenta orientações para o uso desta premissa (reconciliação integradora), Ausubel propôs, como fator determinante, o subsunção, ou seja, o conhecimento prévio. Nesse sentido, fica perceptível a sua aproximação com a BNCC (2018), principalmente na área de Ciências Naturais que, ao propor a unidade Matéria e Energia, afirma que, por intermédio do seu estudo, o estudante desenvolverá habilidades voltadas à natureza da matéria de modo a evidenciar a importância das experiências e também das vivências cotidianas que servirão de base para a construção das primeiras noções a respeito do referido conteúdo.

Dessa forma, espera-se que, no geral, o aluno, ao longo dos anos, seja capaz de desenvolver aquilo que Ausubel (2003) chama de reconciliação integradora, que nada mais é do que a capacidade de “acabar com as diferenças aparentes, promover a resolução de inconsistências, integrar significados e realizar superordenações” (Moreira, 2011, p. 6).

Diante disso, a Terceira Lei de Newton, que refere-se ao princípio da ação e reação, é, em geral estudada como um tópico onde existe apenas um enunciado: “Para toda ação existe uma reação de mesma intensidade, mesma direção, mais com sentido contrário” (Silva, 2015; Pereira, 2016). Abordar-se isso no ensino de Física, dá-se um exemplo e em seguida não se evolui muito, nem se tem uma reflexão mais aprofundada sobre essa lei. Só que a Terceira Lei de Newton é primordial e imprescindível em vários conceitos da Física que aparecerão mais adiante (Oliveira, 2021).

Como exemplo da hidrostática, na qual o Empuxo nada mais é do que uma reação que a força de contato em um meio fluido exerce sobre o corpo. Então, se o corpo está caindo, temos a força peso (P) que puxa o corpo para baixo, mas também temos a força da reação que o ar exerce sobre ele, ou seja, uma reação à queda. Logo, só se tem a presença dessa força se o corpo estiver caindo, então é um processo de reação. Diante disso, existe algum tipo de relação que os professores fazem ou discutem a “Terceira Lei de Newton” e o processo de Empuxo, por exemplo?.

Diante desse contexto, Mota e Santos (2020) ressaltam que no ensino de Física é apresentada aos estudantes uma pequena quantidade de exercícios que fazem a integração entre a Terceira Lei de Newton (que é a força que o corpo exerce no líquido como reação do empuxo). Esses mesmos autores ainda relatam que os alunos apresentam dificuldades para identificar “que a intensidade da força que o líquido exerce sobre o corpo é igual à que o corpo exerce sobre o líquido” (Mota; Santos, 2020, p. 126).

Tomando isso, a reconciliação integrativa tem o potencial de contribuir para melhorar a assimilação e a compreensão desses conteúdos pelos alunos, visto que os conteúdos de hidrostática são apontados pelos professores e estudantes como um dos conteúdos de maior dificuldade no processo de ensino e aprendizagem (Sebstiany *et al.*, 2009).

Dentro desta realidade, nota-se que muitos conteúdos de Física estão descontextualizados, dificultando a compreensão dos alunos. Nesse sentido, algumas pesquisas (Sebstiany *et al.*, 2009; Leal; Costa, 2016) destacam que, especificamente em relação ao conteúdo de hidrostática, os alunos apresentam dificuldades na compreensão dos assuntos de Pressão (atmosférica), princípio de Pascal e Empuxo. De acordo com Silva (2015), essas dificuldades surgem devido ao fato de que os conteúdos da Hidrostática vêm sendo abordados de forma mínima no ensino de Física das escolas públicas no Ensino Médio, e em alguns casos os alunos nem chegam a ter contato com esses conteúdos.

A escolha pelo princípio da reconciliação integrativa para trabalhar os conteúdos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo justifica-se pelo fato de que na Primeira e na Segunda Lei de Newton essa reconciliação integradora há uma retomada, mesmo sendo de forma empírica, acontece e as evidências mostram que a Primeira e a Segunda Lei de Newton são sempre utilizadas. Já na Terceira Lei de Newton, que seria o princípio da ação e reação, nem sempre isso ocorre, por isso optou-se em dar um foco maior para esta Lei que é tão importante quanto as outras duas Leis de Newton.

Diante das discussões expostas, algumas questões que nortearam o desenvolvimento desta pesquisa foram: *Pode-se promover um processo de reconciliação integrativa entre o conceito de Empuxo e a Terceira de lei de Newton? Se existe, como ela está sendo realizada? Se não existe, por que não está ocorrendo?*

Na busca de respostas a essas questões, esta pesquisa tem como **objetivo geral** 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.

A partir das questões dessa pesquisa delineou-se os seguintes **objetivos específicos**, sendo eles:

➤ Analisar o processo de reconciliação integradora entre a Terceira Lei de Newton e o conceito de Empuxo a partir das pesquisas na área de ensino de Física, nos documentos oficiais e nos livros didáticos;

➤ Investigar motivos, limitações e dificuldades apresentadas pelos professores de Física da educação básica acerca da utilização da reconciliação integrativa sobre os temas

Terceira Lei de Newton e Empuxo.

O primeiro objetivo específico da pesquisa foi alcançado por meio de uma revisão bibliográfica e pesquisa documental, a partir de livros didáticos de Ciências e documentos para saber se eles fazem ou não a reconciliação integrativa entre os conteúdos (Terceira Lei de Newton e Empuxo). E o segundo, através de um questionário que foi desenvolvido pelos pesquisadores desta pesquisa (Ver Apêndice II) e aplicado com os professores de Física da educação básica.

Assim, as hipóteses desta pesquisa são:

➤ O fato dos professores da educação básica não realizarem a reconciliação pode estar ligado ao não (re)conhecimento das relações que existem entre a Terceira Lei de Newton e o conceito de Empuxo;

➤ O fato de não (re)conhecer estratégias de ensino que utilizem a reconciliação integradora do conhecimento impedem a sua utilização;

➤ A formação inicial e continuada de professores de Física não auxilia no processo de reconciliação integradora;

➤ Os documentos oficiais motivam a utilização da reconciliação integradora, porém os professores não realizam.

1.1. A agulha de marear e o mapeamento da pesquisa: sancionando o público

Na busca de respostas às questões de pesquisa, teve-se como objetivo aplicar um questionário que foi elaborado pelos pesquisadores desta pesquisa, ele encontra-se apresentado no Apêndice II. Juntamente com o questionário foi enviado para o público desta pesquisa o Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (RCLE) (Ver Apêndice D).

Em termos metodológicos, está pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, também é uma pesquisa de natureza básica, exploratória e descritiva, que envolve procedimentos de levantamentos bibliográficos e documental. Os participantes convidados para contribuir com esta pesquisa foram os discentes (mestrandos e egressos) 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.

A coleta de dados deu-se por meio da aplicação de um questionário com questões

objetivas e de múltipla escolha. Outras informações foram coletadas a partir de uma revisão bibliográfica, revisão da literatura e análise dos livros didáticos de Física e manual do professor aprovados no PNLD no ano de 2021.

O questionário foi analisado qualitativamente a partir da Análise textual discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi.

Por fim, apresento a estrutura desta dissertação, ela encontra-se estruturada em cinco tópicos, sendo elas: Introdução, referencial teórico, metodologia, resultados e discussões e considerações finais.

A primeira seção refere-se a *Introdução*, conforme já apresentada.

Na segunda seção *Fundamentação teórica*, Buscou-se apresentar alguns aspectos sobre a TAS e orientações dos documentos oficiais para os docentes discutirem com os discentes esses conteúdos nas aulas de Física da educação básica. Em seguida abranjo algumas discussões sobre a reconciliação integradora entre o conceito do princípio de Arquimedes (Empuxo) a partir da Terceira Lei de Newton, por meio de uma revisão bibliográfica realizada na plataforma Google Acadêmico no período de 2012 à 2022, uma revisão de literatura destacando a importância da Terceira lei de Newton no processo de ensino e aprendizagem, concepções alternativas e principais dificuldades relacionadas a não compreensão desta Lei, e possíveis caminhos para superar equívocos na Terceira Lei de Newton.

Por fim, trago uma análise do processo de reconciliação integradora em livros didáticos de Ciências (Física) aprovados no PNLD no ano de 2021.

Na terceira seção *Metodologia*, estão descritos os caminhos teóricos-metodológicos desta pesquisa, adotando estudos de abordagem qualitativo, também é uma pesquisa de natureza básica, exploratória e descritiva, que envolve procedimentos de levantamentos bibliográficos e documental. Também destaco às fontes de informações desta pesquisa, o público-alvo, o instrumento que foi utilizado para a coleta de dados e como foi feita a análise das informações que foram coletadas, fundamentada na Análise Textual Discursiva (ATD).

A quarta *Resultados e Discussões*, estão registrados os dados extraídos dessa pesquisa dos trabalhos científicos e através da dos questionários (Ver apêndice II) procedentes do fenômeno investigado (diferenciação progressiva e reconciliação integradora entre o conceito de Empuxo no Princípio de Arquimedes a partir da Terceira Lei de Newton). É feita, conseqüentemente, uma discussão desses dados, com base na luz da literatura específica.

Por fim, na quinta seção *considerações finais*, reforça-se a ideia que se espera que o processo de reconciliação integradora passe a ser trabalhado no ensino de Física como uma estratégia de ensino de modo que possa contribuir para o aperfeiçoamento na formação e prática docente, uma vez que o desenvolvimento dessa estratégia de ensino pode e deve proporcionar ao docente buscar retomar à relação dos conceitos a fim de reforçarem as relações significativas existentes entre os conceitos mais específicos e mais inclusivos. Assim, a relação entre os novos conteúdos a serem aprendidos pelos alunos com os que já foram vistos por eles anteriormente, conseqüentemente, poderá propiciar a eles uma melhor compreensão desses conteúdos.

Enfim, espera-se que esta pesquisa tenha contribuído para identificarmos caminhos que possam melhorar a aprendizagem dos estudantes em relação os conteúdos da disciplina de Física. Também espera-se que os docentes tenham refletido sobre a importância da Terceira Lei de Newton, o Empuxo, e a relação entre esses dois conceitos, podendo auxiliar na ocorrência de indícios de uma AS dos estudantes.

2. TRILHAS ANDADAS: Influências teóricas – conceituais e caminhos metodológicos

2.1. Reconhecendo o grande influenciador teórico e os conceitos que influenciaram nesta viagem, diálogos e nos distintos trajetos

2.1.1. Teoria da aprendizagem significativa

O conceito de AS foi proposto por David Ausubel em 1963, trazendo novas perspectivas para o processo de ensino aprendizagem e por ele recentemente continuada (Lemos, 2011).

Ausubel foi um psicólogo norte americano da educação que ficou conhecido por ser o criador da TAS, de aspecto cognitivo, na qual se objetiva a valorização do saber e conhecer (Sousa; Silvano; Lima, 2018). “A Aprendizagem Significativa, por definição, envolve a aquisição de novos significados. Estes são por sua vez, os produtos finais da aprendizagem significativa” (Ausubel, 2003, p. 71).

Assim, para que a aprendizagem ocorra de forma significativa, é necessário a obtenção de novos significados pelos estudantes. Ela é um processo em que a nova informação deve se conectar de modo substantivo e não arbitrário com os conhecimentos que já existem na estrutura cognitiva do aluno, conhecimentos esses que servem de âncora na aquisição de novos saberes (Moreira, 2014).

Ausubel (2003) é considerado um cognitivista e construtivista, e a sua TAS, se resume ao seguinte princípio, “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe” (Ausubel, 1978 *apud* Moreira, 2016, p. 6). Nesse sentido, a aprendizagem somente ocorre a partir daquilo que o aprendiz já conhece, ou seja, a aprendizagem ocorre mediante aos conhecimentos pré-existentes em sua estrutura cognitiva.

Desta maneira, para Ausubel os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos, chamados de “subsunoços”, é a variável de maior influência na promoção da AS, esses conhecimentos anteriores servem de base para a compreensão e a aquisição do novo conhecimento (Moreira, 2012).

Para Ausubel (2003), o processo de aprendizagem pode ocorrer de várias formas: aprendizagem por recepção; descoberta; mecânica ou significativa. Esta última forma, AS, é o conceito fundamental da TAS. Refere-se a uma aprendizagem direcionada para a cognição, em que se busca enaltecer o conhecer e o saber.

De acordo com Ausubel (2003), a TAS consiste no fato de que novas ideias expressas de forma simbólica se relacionam com aquilo que o 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). Assim, a medida que a nova informação se integrar à estrutura de conhecimento do aprendiz, manifestando significado para ele através da interação com o subsunçor (conhecimentos prévios), a aprendizagem se tornará significativa (Ausubel, 2003).

Logo, na aprendizagem com significado os novos conhecimentos devem ser internalizados na mente do aprendiz de maneira substantiva e não arbitrária, só assim eles atribuirão significados a esses conhecimentos. Nesse processo de interação ocorre a modificação da estrutura cognitiva do aprendiz, na qual se torna mais robusta, consolidada, tornando-se passível de uso futuro, inclusive em situações diferentes das de aprendizagem (Miranda; Belmont; Lemos, 2016).

Com relação à estrutura cognitiva, para Ausubel ela significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo (Moreira, 2014, p. 153). A interação entre os conhecimentos prévios dos alunos com os novos conceitos também ocorre mediante a um processo de construção individual do aprendiz. Assim, na TAS, a construção do conhecimento se dá por meio da relação da nova informação com os conhecimentos prévios que os alunos já trazem consigo, construídos por eles no decorrer da sua vida por meio de suas experiências (Ribeiro, 2015). Em suma, o conhecimento prévio que o aluno possui, unido com aspectos efetivos, emoções e desejo de aprender são aspectos imprescindíveis na construção do conhecimento do sujeito (Ribeiro, 2015).

Cabe ao docente fazer o uso desses conhecimentos prévios que os aprendizes trazem consigo e relacioná-los ao novo saber, tendo como finalidade possibilitar a facilitação na ocorrência de uma AS. O professor também precisa manter-se atento com relação ao planejamento dos conteúdos, pois os mesmos devem ser organizados de forma hierárquica para serem assimilados pela estrutura cognitiva do aluno (Ronca, 1994).

Outro ponto a ser destacado no processo da AS refere-se ao relacionamento de informações. Esse relacionamento deve ocorrer de maneira substantiva e não - arbitrária. Com relação a substantividade significa que o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las (Moreira, 2011). Ou seja, quando novo conhecimento é adquirido pelo aprendiz de forma significativa, ele poderá expressá-lo de maneiras distintas o mesmo conceito, aplicando assim, o conhecimento adquirido em eventos diferentes dos eventos

iniciais de aprendizagem.

A não-arbitrariedade, significa dizer que o aprendiz deve relacionar o material potencialmente significativo com os conhecimentos presentes em sua estrutura cognitiva de maneira substantiva e não arbitrária. Ou seja, é necessário que o relacionamento não seja com qualquer aspecto da estrutura cognitiva do aprendiz, e sim com os conhecimentos especificamente relevantes, chamados por Ausubel de subsunçores. Ideias, conceitos e preposições, são exemplos desses conhecimentos prévios os quais podem atuarem como ideias âncoras para a nova informação (Moreira, 2011).

Com relação ao significado do termo subsunçores, de acordo Moreira (2012), em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura cognitiva de conhecimento dos indivíduos, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Ou seja, os subsunçores são conhecimentos especificamente relevantes presente na estrutura cognitiva do aprendiz (conceitos, ideias e preposições), sendo capazes de servir como ponto de apoio para a ancoragem da nova informação que se deseja reter de modo que está tenha, assim, significado para o aluno.

Conforme proposto por Ausubel (2003), a compreensão do conceito de AS aponta para uma série de questionamentos que atingem diretamente o processo de ensino e aprendizagem. Sendo que, a primeira delas está voltada à importância que o conhecimento tem para o indivíduo, uma vez que é ele que irá determinar a maneira como a pessoa irá reagir em relação a sua realidade. Quando existe no indivíduo uma estrutura cognitiva organizada de forma lógica, de maneira substantiva e não arbitrárias em relação aos significados armazenados, o aprendiz estará mais bem instrumentalizado para usar o conhecimento, realizar novas aprendizagens e, assim, pode interagir com e na realidade (Lemos, 2011). Novak (2000) enfatiza que: Pense-se em qualquer área do saber onde se possa relacionar o que se sabe juntamente com a forma como esse saber funciona afim de compreender o sentido da experiência nessa área, [...]. “Este é um conhecimento que pode se conseguir controlar e que dá uma sensação de posse e de poder” (Novak, 2000, p. 31).

No entanto, cabe destacar que apesar de Ausubel propor uma teoria que favoreça ao aprendiz uma AS, a aprendizagem mecânica não será totalmente descartada por ele, pelo contrário, Ausubel afirmava que ela era bastante relevante na formação de conhecimentos prévios chamados de “subsunçores”, conhecimentos esses importantes para a aprendizagem humana (Barbosa, 2008).

Na aprendizagem por memorização a nova informação (não ou pouco modifica)

será armazenada pelo aluno de forma arbitrária, literal e não substancial, devido ao fato do mesmo não possuir em sua estrutura cognitiva subsunçores diferenciados e estáveis os quais servirão de base para a nova informação, assim, a sua aprendizagem não acontecerá de forma significativa, mais sim de forma memorística (Miranda; Belmont; Lemos, 2016; Lemos, 2011).

Nesse caso, os conteúdos são decorados pelo discente e esquecidos pelo mesmo em um curto intervalo de tempo, desse modo não atribuindo nenhum significado para ele. No ensino de Física as memorizações de leis, fórmulas e conceitos são exemplos característicos de aprendizagem mecânica (Moreira, 2014). Embora em determinadas situações a memorização de fórmulas, leis, símbolos etc. possa ser útil, haverá situações em que o estudante manifestará dificuldades para aplicar as ideias memorizadas, como exemplo, a solução e a interpretação de problemas em diferentes contextos (Miranda; Belmont; Lemos, 2016).

Para que ocorra a AS, Novak (2000) estabelece três condições fundamentais, a saber: 1) os conhecimentos anteriores relevantes (conhecimentos prévios); 2) Material [potencialmente] significativo; 3) o formando deve escolher aprender significativamente. Na primeira condição é fundamental a interação dos conhecimentos prévios com a nova informação a serem apreendidas de forma não trivial.

Na segunda condição, para Ausubel (2003), o material de aprendizagem deve apresentar significado lógico para os alunos, isto é, deve ser relacionado com a estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não - literal e não - arbitrária. Segundo Ausubel (2003), todo material que seja passível de se relacionar com as ideias relevantes ancoradas (subsunçores) na estrutura cognitiva do aprendiz é dito como sendo um material potencialmente significativo (Ausubel, 2003, p. 57). Assim, o desafio presente no exercício da docência, na atualidade, é fazer essa ligação, transformando a informação em conhecimento (Moreira, 2010).

Belmont e Lemos (2012) complementam dizendo que, o material de ensino deve ser potencialmente significativo e o aprendiz precisa manifestar disposição para que o aprendizado aconteça de forma significativa. Isto é, além do material apresentar um potencial que venha possibilitar ao aluno estabelecer relações entre os novos conhecimentos com os já existentes em sua estrutura cognitiva, o aprendiz também deve manifestar intencionalidade para relacionar as informações de forma não arbitrária, mais sim de forma substantiva.

Por fim, na terceira condição o aluno tem que manifestar disposição para aprender

significativamente, ou seja, e ele quem escolhe se quer aprender o conteúdo de forma significativa ou não, a interação entre o conhecimento novo e o que ele já possui devem se relacionar de forma não trivial. De acordo com Ausubel (2003), para que isso ocorra é fundamental que o estudante assuma uma postura ativa na construção do seu conhecimento e,

Aceite a tarefa de aprende ativamente, procurando compreender o material de instrução que lhe ensinam; tentar, de forma genuína, integrar os novos conhecimentos com os que já possui; não evitar o esforço ou a batalha por novas aprendizagens fáceis e não exigir que o professor “lhe faça o para toda” e decidir fazer perguntas necessárias sobre o que não compreende (Ausubel, 2003, p. 36).

Logo, é o aluno quem decide se quer aprender de forma significativa ou não. Caso o aprendiz não manifeste predisposição para aprender de forma significativa, não haverá material potencialmente significativo ou ensino que possam garantir a aprendizagem do mesmo (Lemos, 2011).

A AS pode acontecer por recepção ou descoberta. Ocorre por recepção quando se apresentam proposições substantivas ao aprendiz, ao qual apenas se exige que aprenda e recorde o significado das mesmas (Ausubel, 2003). Na aprendizagem por recepção, os conteúdos a serem aprendidos pelos estudantes, são apresentados para os mesmos em sua versão final.

Ao contrário da aprendizagem por recepção, na aprendizagem por descoberta é o estudante que em primeiro lugar deve descobrir o conteúdo que ele vai aprender, “criando proposições que representem soluções para os problemas suscitados, ou passos sucessivos para a resolução dos mesmos” (Ausubel, 2003, p. 96).

Caracterizada como sendo um processo de construção de significados individuais do aprendiz, a AS tem um caráter idiossincrático, que estabelecerá formas de como o aprendiz irá relacionar com seu modo de sentir, de pensar e de agir (Novak, 2000). Entretanto, foi com a teoria da educação de Novak que a TAS de Ausubel passou a considerar que “que a aprendizagem significativa está subjacente à integração construtivista do pensamento, sentimentos e ações, levando a captação humana de compromisso e responsabilidade” o que por sua vez conduz e enriquece o engrandecimento humano (Novak, 2000, p. 13).

Novak (2000), em sua teoria da educação, passou a considerar que AS também subjaz a inclusão construtiva entre ações, pensamentos e sentimentos que conduz ao enriquecimento humano.

O ato de “educar é mais do que uma ciência; é também uma arte. Exige decisões,

sentimentos e valores pessoais” (Novak, 2000, p. 8). De acordo com a teoria da educação de Novak (2000), a educação deve ter como principal objetivo “capacitar os formandos para serem responsáveis pela própria construção de significados” (Novak, 2000, p. 9). Necessariamente, essa construção abrange três fatores fundamentais, sendo eles: a ação, o pensamento e o sentimento. O aluno não deve ser visto pelo docente como apenas um ser que pensa, mas também como um indivíduo que age e sente.

A integração entre os pensamentos, sentimentos e ações podem apresentar características do tipo positivo, negativo ou matizada. Na perspectiva de Novak (2000), quando o aluno aprende de forma significativa ele cresce, tem uma boa sensação, manifestando assim, predisposição para novas aprendizagens em qualquer área de ensino. Ao contrário disso, quando o aluno não manifesta predisposição para aprender de forma significativa, desenvolve atitudes de rejeição em relação à matéria de ensino e, a aprendizagem ocorre de forma mecânica. Assim, muito do que sucede nas situações de ensino e aprendizagem acontece mediante esses dois extremos. A visão de Novak (2000) apresenta uma grande importância para o processo de ensino e aprendizagem, ressaltando que uma das condições para que a aprendizagem ocorra de forma significativa é a “pré-disposição” do aluno em querer aprender significativamente que certamente tem a ver com a integração de ações, pensamentos e sentimentos (Novak, 2000).

No entanto, se o que o aluno sente possui um teor negativo, provocando inconformidade, então o estudante não encontra conexão prévia em estruturas já existentes (conhecimento), de modo que o educando adquirirá conhecimento de forma mecânica e como consequência o fácil esquecimento, uma vez que a aprendizagem não se tornou significativa em sua estrutura cognitiva. A predisposição em querer aprender, juntamente com a AS, mantém entre eles uma relação praticamente cíclica: a AS exige predisposição para o aprendizado de modo que provoca um tipo de experiência afetiva.

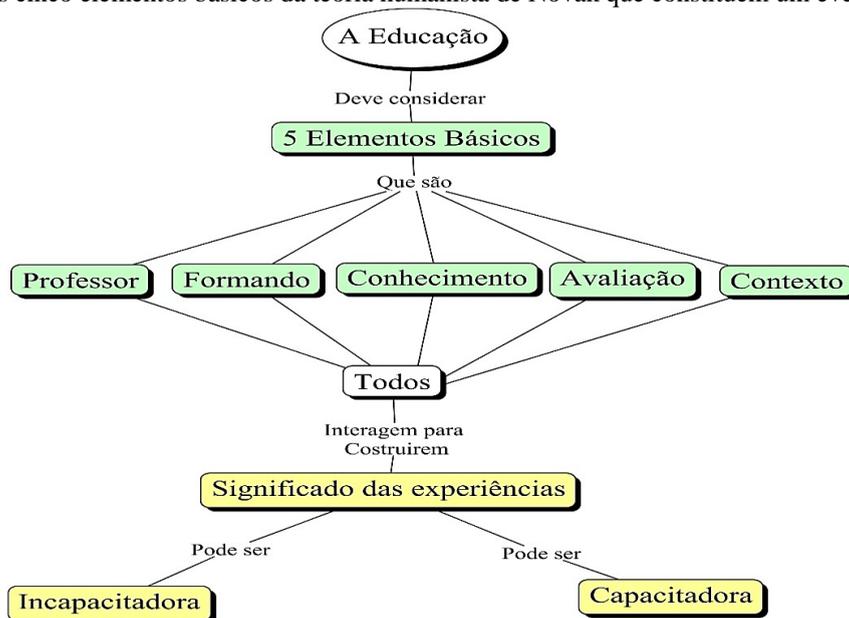
Nesse contexto o aprendiz, ao interagir com o docente (ou mesmo com algo que o substitua, ou seja um livro, uma simulação computacional, um experimento etc.), adquire um conhecimento, uma vez que a interação entre ambos resulta em trocas de significados.

O evento educativo, conforme Novak (2000), constitui uma situação específica (aula, curso etc.) em que o aluno e o docente interagem com o conhecimento através da negociação dos significados do material educativo com a finalidade de compartilharem em determinado contexto específico.

Na teoria da educação de Novak (2000) deve-se considerar cinco elementos básicos, sendo eles: o professor, educando, conhecimento, avaliação e contexto, são

fundamentais para qualquer evento educativo, tendo em vista que o mesmo deve provocar uma ação que venha ocasionar trocas de significados e sentimentos entre o docente e aprendiz. Os cinco tipos de elementos básicos mencionados acima encontram-se melhor representados no mapa conceitual da Figura (1) a seguir,

Figura 1: Os cinco elementos básicos da teoria humanista de Novak que constituem um evento educativo.



Fonte: (Novak, 2000, p. 11).

Novak (2000) afirma então que, “a partir do momento que o formando e o professor tem êxito na negociação e na partilha do significado de uma unidade de conhecimento, ocorre a AS” (Novak, 2000, p. 13). Portanto, ao se debruçar sobre a TAS, Novak (2000) trouxe uma perspectiva humanista ao processo de aprendizagem do estudante, afirmando que a pré-disposição do mesmo para aprender é fundamental para que ocorra a aprendizagem, tendo um papel significativo na relação professor-aluno.

2.1.2. Organizadores prévios/avançados

Quando ocorre a interação do conhecimento prévio com o novo conhecimento tem-se uma aprendizagem caracterizada como AS. Nesse processo, não-arbitrário e não-literal, o aprendiz atribui significados ao novo conhecimento e conseqüentemente, o conhecimento prévio fica mais diferenciado, rico e elaborado em termos de significados, adquirindo deste modo uma maior estabilidade (Moreira, 1999, 2000; Ausubel, 2003).

Para Ausubel (2003) em qualquer etapa do aprendizado do estudante, nem sempre ele dispõe de subsunçores apropriados que o faça aprender significativamente um tipo

particular de conhecimento, nesse caso, é preciso “introduzir subsunçoes apropriados e torná-los parte da estrutura cognitiva existente antes da apresentação da tarefa de aprendizado” (Ausubel, 2003, p. 65).

Os organizadores prévios assim chamados por Ausubel (2003) são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si [...] porém esses “organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade com relação ao próprio material que será estudado” (Moreira, 2008, p. 2). Nesse sentido, os organizadores prévios devem ter como principais objetivos servirem como pontes que facilitem a interação das informações que o aprendiz já sabe com aquilo que ele ainda precisa saber, ou seja, os organizadores prévios funcionam como “pontes cognitivas”, sendo úteis para facilitar a aprendizagem (Ausubel, 2003).

Com relação aos organizadores prévios cabe destacar que, para Ausubel (2003), eles são mecanismos pedagógicos que auxiliam na implementação dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, estabelecendo a ligação entre o que o aprendiz já sabe e o que precisa saber, caso pretenda apreender e reter, de forma eficaz, novos materiais de instrução.

Novak (2000) apresenta dois requisitos fundamentais para que os organizadores prévios (avançados) sejam capazes de funcionarem como pontes cognitivas:

1. O conhecimento conceitual e proposicional relevante e específico do aluno deve ser identificado;
2. Deve planeja-se uma organização apropriada e uma sequência dos novos conhecimentos a serem aprendidos, de forma que a se otimize a capacidade do formando relacionar os novos conhecimentos com os conceitos e preposições que já possui (Novak, 2000, p. 71).

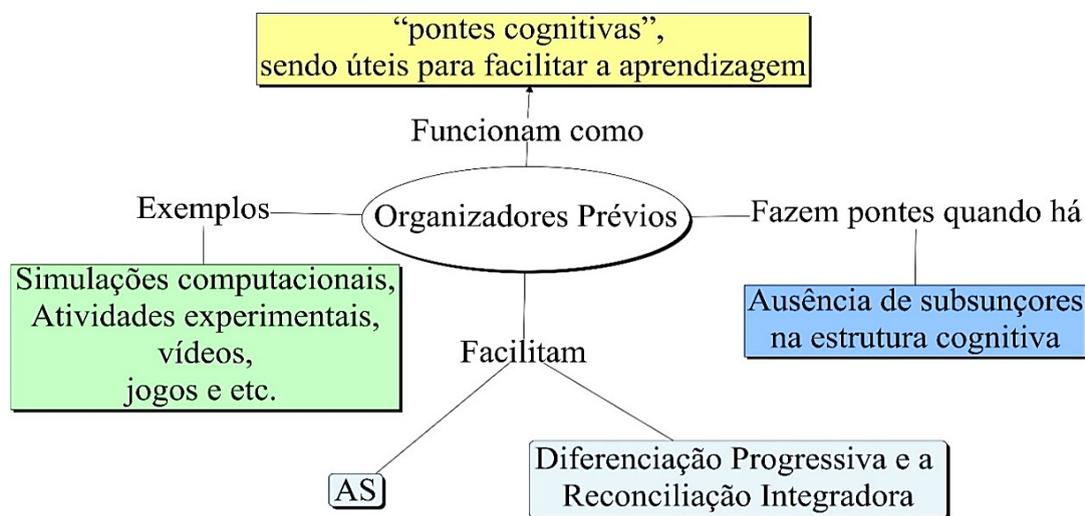
Para Ausubel (2003), a utilização dos organizadores prévios fundamenta-se na:

1. A importância de se possuírem ideias relevantes, ou apropriadas, estabelecidas, já disponíveis na estrutura cognitiva, para fazer com que as novas ideias logicamente significativas se tornem potencialmente significativas e as novas ideias potencialmente significativas se tornem realmente significativas (isto é, possuírem novos significados), bem como fornecer-lhes uma ancoragem estável.
2. As vantagens de se utilizarem as ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina na estrutura cognitiva como ideias ancoradas ou subsunçoes, alteradas de forma adequada para uma maior particularidade de relevância para o material de instrução. Devido a maior aptidão e especificidade de relevância das mesmas, também usufruem de uma maior estabilidade, poder de explicação e capacidade integradora.
3. O fato de os próprios organizadores tentarem identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva (e estarem explicitamente relacionados com esta) e indicar, de modo explícito, a relevância quer do conteúdo existente, quer deles próprios para o novo material de aprendizagem (Ausubel, 2003, p. 12).

Diante das fundamentações expostas, pode-se destacar a potencialidade da

utilização dos organizadores prévios na ausência de subsunçores (conhecimentos prévios relevantes) na estrutura cognitiva do aprendiz, visto que esses organizadores possuem grandes relevâncias para a facilitação da aprendizagem. Simulações computacionais, atividades experimentais, demonstrações, vídeos, jogos didáticos, situação problema, textos, situações cotidianas e etc. São exemplos de ferramentas lúdicas e inovadoras para o ensino e que podem ser usadas como organizadores prévios (Ribeiro, 2015). O mapa conceitual da Figura 2 traz um resumo dos principais elementos referentes aos organizadores prévios.

Figura (2): Mapa conceitual organizadores prévios.



Fonte: Da autora com base (Ausubel, 2003; Moreira, 2008; Ribeiro, 2015).

2.1.3. Tipos e formas de aprendizagem significativa

Para Ausubel (2000), o que o indivíduo aprende se trata de palavras, símbolos, conceitos e preposições. Dentro desse contexto, em sua teoria, Ausubel estabelece três tipos de AS, sendo elas: representacional, conceitual e proposicional.

A *aprendizagem representacional* é considerada por Ausubel como sendo o tipo mais básico de AS. É a aprendizagem que consiste na atribuição de significados a determinados símbolos individuais (palavras) ou suas representações (Ausubel, 2003). Desta forma “os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam” (Moreira, 2009(a), p. 16).

Com relação a *aprendizagem representacional* Ausubel (2003) afirma que a mesma pode ser considerada significativa, já que para ele as proposições de equivalência representacional podem se relacionar de maneira não arbitrária, isto é, como exemplares.

Para o autor, a maioria das pessoas traz em sua estrutura cognitiva um aspecto generalista existente quase desde o primeiro ano de existência do indivíduo, ou seja, tudo o que existe possui um nome e que esse nome é o reflexo atribuído pelo aprendiz à coisa existente.

Já a *aprendizagem de conceitos*, é considerada como sendo um caso particular da aprendizagem representacional, uma vez que ela é representada por símbolos particulares, no qual foi denominado por Ausubel de conceitos (Ausubel, 2003).

Novak (2000) define os “conceitos como sendo regularidades apreendidas dos acontecimentos ou objetos, ou registros dos acontecimentos ou objetos, designados por um símbolo” (Novak, 2000, p. 21). Os símbolos particulares, que Ausubel (2003) denominou de conceitos, são expressos por meio de objetos, situações ou acontecimentos, ou mesmo propriedades atribuídas de critérios comuns, designados pelo mesmo signo ou símbolo.

A *aprendizagem proposicional*, que faz referência aos significados de ideias que são expressas por grupos de palavras combinados (representação de conceitos) que estão inseridas em proposições ou frases (Ausubel, 2003). Desta forma temos que este tipo de aprendizagem se dá por meio de proposições.

De acordo com Moreira (2009a, p. 17) a aprendizagem proposicional acontece quando uma proposição potencialmente significativa, expressa verbalmente em uma sentença, “[...] interação com conceitos relevantes, da estrutura cognitiva do aprendiz e, através desse processo de interação surgem novos significados da nova proposição”.

Ausubel (2003), distingui a AS em três diferentes formas sendo elas: subordinada, subordinante e combinatória.

A *aprendizagem significativa subordinada* acontece quando uma proposição ‘logicamente’ significativa de uma determinada disciplina “[...] se relaciona de forma significativa com preposições subordinantes específicas na estrutura cognitiva do aprendiz” (Ausubel, 2003, p. 3). Assim, quando os conhecimentos prévios e relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz se relacionam, de maneira subordinada, com os novos conhecimentos potencialmente significativos, tem-se então a aprendizagem subordinada.

Assim, a medida em que o novo conhecimento adquire significados por meio da sua interação com os subsunçores (conhecimentos prévios) já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, este por sua vez acaba se modificando pelo fato de adquirir novos significados. Em muitos casos, o resultado desse processo leva o aprendiz ao princípio da diferenciação progressiva. Assim, o conhecimento prévio fica mais diferenciado e rico,

remetendo o aluno a uma aprendizagem significativa subordinada (Moreira, 2006).

A *aprendizagem subordinada* pode acontecer de duas formas: derivativa e correlativa. A primeira (derivativa) acontece quando o novo material de aprendizagem somente exemplifica ou se apoia em conceitos, ideias e preposições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ou seja, ocorre quando o que está sendo apreendido nada mais é do que um exemplo daquilo que já se sabe, isto é, não tendo a ocorrência de nenhuma alteração na ideia mais geral à qual se encontra-se relacionada (Ausubel, 2003; Präss, 2012). Um bom exemplo de aprendizagem subordinada é dado por Moreira (2006) onde ele ressalta que a retomada dos conceitos de campo de temperatura, campo de pressão e campo de energias seria uma condição de aprendizagem subordinada derivativa para os estudantes que possuem, em sua estrutura cognitiva particular, o conceito de campo e, principalmente de campo escalar bem claros e diferenciados.

A segunda forma de aprendizagem subordinada denominada de correlativa acontece quando “o material de aprendizagem é uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de proposições anteriormente apreendidas” (Ausubel, 2003, p. 94). Ou seja, ocorre uma nova ideia apreendida torna-se um exemplo que expande o significado daquilo que já tem conhecimento (Präss, 2012). Ela é incorporada por meio de interações com subsunçores, mais inclusivos, no entanto o seu significado não está implícito e também não pode tornar-se adequadamente representados por esses subsunçores (Moreira, 2006).

Pode-se citar como exemplo o reconhecimento do campo gerado através de um fluxo magnético variável como um campo elétrico induzido. Assim, este novo conceito irá adquirir significado através da sua interação com o conceito de campo elétrico (que já foram vistos e que teoricamente já deveriam ter sido adquiridos e estar retidos em relação às novas informações que estão sendo trazidas agora), no entanto, não como um simples exemplo, “uma vez possuindo características próprias (e.g. é não conservativo, sendo suas linhas de força fechadas), e ao mesmo tempo iria modificar o conceito preexistente” (Moreira, 2006, p. 34).

Assim, na aprendizagem correlativa a modificação dos atributos referente ao conceito subsunçor, acontece através do processo de subsunção, enquanto do tipo derivativa seus atributos não se modificam, no entanto novos exemplos poderão vir a ser reconhecimentos como sendo relevantes.

A *aprendizagem superordenada ou subordinante* “ocorre no decurso do raciocínio indutivo, quando se organiza o material apresentado de forma indutiva e se dá a síntese

de ideias componentes, e na aprendizagem de abstração de ordem superior” (Ausubel, 2003, p. 94). De acordo com Moreira (2006), a obtenção dos significados superordenados (ou subordinantes) acontece com mais frequência na aprendizagem conceitual do que na aprendizagem proporcional. Um exemplo desta forma de aprendizagem, citada por este mesmo autor,

A aprendizagem do princípio de conservação da energia na medida que ele introduzido por meio de exemplos específicos, em que a quantidade total de energia de um sistema, antes e depois de uma transformação, é a mesma. Após sucessivos encontros como exemplo dessa natureza, envolvendo diferentes tipos de energia, até mesmo a transformação de um tipo em outro, o aluno poderá chegar ao conceito de conservação de energia como um todo, e encarar cada exemplo aprendido anteriormente como um caso particular de algo mais geral (Moreira, 2006, p. 34).

Assim, a *aprendizagem subordinada ou superordenada*, acontece quando, proposições ou conceitos potencialmente significativos, mais abrangentes, gerais e inclusivos, se relacionam, passando desse modo a subordinar os conceitos e proposições já definidos e teoricamente já existentes na estrutura de conhecimento do aprendiz (Praia, 2000). Este tipo de aprendizagem envolve processos relacionados à abstração, a síntese, e que levam a novos conhecimentos passando a subordinar aqueles que os originam. Pode-se concluir que, além das ações relacionadas aos subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, quanto mais a aprendizagem vai evoluindo, mais os novos conceitos irão se relacionar para dar origem a outros mais amplos (Moreira, 2011a).

Portanto, é através do processo de assimilação que os subsunçores interagem com novos os conceitos e as proposições, ampliando o seu alcance, realizando a diferenciação progressiva, sendo que o aprendizado significativo que ocorre por meio da diferenciação progressiva é denominado aprendizado subordinado, e assim as relações cognitivas entre conceitos vão sendo cada vez mais encontradas na medida que os mesmos são diferenciados e se tornam enriquecidos.

Assim, a reconciliação integrativa acontece na medida em que se estabelece ligações entre os conceitos cognitivos e, conseqüentemente esses conceitos são diferenciados, podendo assim surgir conceitos mais gerais e inclusivos em relação aos subsunçores já pré-existentes na estrutura cognitiva. Esses novos conceitos mais gerais e inclusivos, são denominados de conceitos superordenados. Quando estes conceitos superordenados são construídos, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem superordenada (Valadares, 2013).

E, ao combinar alguns mecanismos sistemáticos como a diferenciação progressiva de conceitos mais gerais e abrangentes com a reconciliação integrativa entre conceitos,

tem-se implicações sobre como as ideias devem ser transmitidas aos alunos (Valadares, 2013).

É na aprendizagem de proposições e, em escala menor, de conceitos que não guardam relação de subordinação ou mesmo de superordenação ligados às proposições ou conceitos de natureza específica, mas sim de conteúdos mais amplos e relevantes de maneira geral, existentes na estrutura cognitiva. Ou seja, a nova proposição não pode ser assimilada por outras que já estão estabelecidas na estrutura cognitiva e menos ainda seja capaz de assimilá-las. Essa situação origina o surgimento de significados combinatórios ou mesmo *aprendizagem combinatória* (Moreira, 2006).

Neste tipo de aprendizagem, a interação da nova informação não ocorre somente com conceitos ou proposições específicas, mas sim com a estrutura cognitiva do aprendiz com um todo. É como se o novo conhecimento se tornasse potencialmente significativo por ser com a estrutura cognitiva do aprendiz como um todo, de forma geral, e não com aspectos específicos da desta estrutura como acontece na aprendizagem subordinada e superordenada (Ausubel, 2003).

Assim, de acordo com Ausubel a *aprendizagem combinatória*,

Refere-se a situações em que uma proposição potencialmente significativa não se pode relacionar com ideias específicas subordinantes ou subordinadas da estrutura cognitiva do aprendiz, mas pode relacionar-se a uma combinação de conteúdos geralmente relevantes, bem como a outros menos relevantes, em tal estrutura (Ausubel, 2003, p. 3).

Conforme, afirma Ausubel (2003), a *aprendizagem combinatória* é caracterizada por meio de novas combinações sensíveis de ideias que já foram anteriormente aprendidas e que se podem relacionar, de maneira não arbitrária, a um amplo conjunto de conteúdo anterior e de natureza relevante na estrutura cognitiva, em relação a concordância geral das mesmas relacionadas a um dado conteúdo no seu todo.

Assim, o princípio da diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa de acordo com a TAS, são processos essenciais da dinâmica da estrutura cognitiva do aprendiz no transcorrer da AS, para facilitar a ocorrência deste tipo de aprendizagem em situações de ensino, os docentes deviriam utilizá-los como princípios programáticos da matéria de ensino (Moreira, 2010).

O significado da afirmação acima consiste na ideia de que o conteúdo curricular deveria, de forma inicial, ser mapeado a nível conceitual a fim de identificar as ideias mais gerais e inclusivas, bem como os conceitos estruturantes, as proposições-chave do que irá ser ensinado. Sendo que essa análise permitiria identificar aquilo que é importante daquilo

que é secundário, supérfluo, no contexto curricular. Feito isso, os aspectos mais gerais, mais inclusivos, mais organizadores do conteúdo deveriam iniciar o ensino e então, de maneira progressiva, diferenciá-los. No entanto, não seria uma abordagem dedutiva, pois, introduzidos os conceitos e as proposições mais gerais e inclusivos, eles devem, imediatamente, serem passíveis de exemplificação, trabalhados em situações que envolvem o ensino.

No decorrer de todo o curso que envolve determinada disciplina, os conteúdos gerais e específicos devem ser trabalhados numa perspectiva de diferenciação e também de integração, de alternância (descer e subir), várias vezes, nas hierarquias conceituais. Sendo que isso também não é uma abordagem indutiva, na verdade, tanto a diferenciação progressiva quanto a reconciliação integradora são as duas coisas, ocorrendo intencionalmente e, ao mesmo tempo (Moreira, 2010).

É preciso enfatizar que, no entanto, iniciar por aquilo que é mais geral, mais inclusivo em relação a um tema, um conceito, não significa apresentá-lo em sua forma final, formal, abstrata, ou sofisticada matematicamente, pois isso estaria em contrariedade com a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa e o levar em consideração o conhecimento prévio do aprendiz. Considerando o caso de um conteúdo científico, por exemplo, que esteja organizado em torno de duas ou três leis científicas, a abordagem envolvendo o conteúdo deveria iniciar por essas leis, porém de um ponto de vista fenomenológico e conceitual. Sendo que, de maneira progressiva, elas seriam exemplificadas e também modeladas matematicamente em níveis de complexidade crescentes até alcançarem o nível esperado no contexto da disciplina (Moreira, 2010).

A reconciliação integrativa que Ausubel (2003) descreve como sendo o contrário em relação a prática de uso dos livros textuais que separam as ideias e os tópicos em capítulos e seções, deve favorecer tanto a existência da diferenciação progressiva como também a exploração, de maneira explícita, das relações entre proposições e conceitos, além de chamar atenção para as diferenças e similaridades que são importantes, a fim de poder reconciliar inconsistências reais ou mesmo aparentes, e isso precisa ser feito para atingir o que Ausubel chama de reconciliação integrativa (Moreira, 2006).

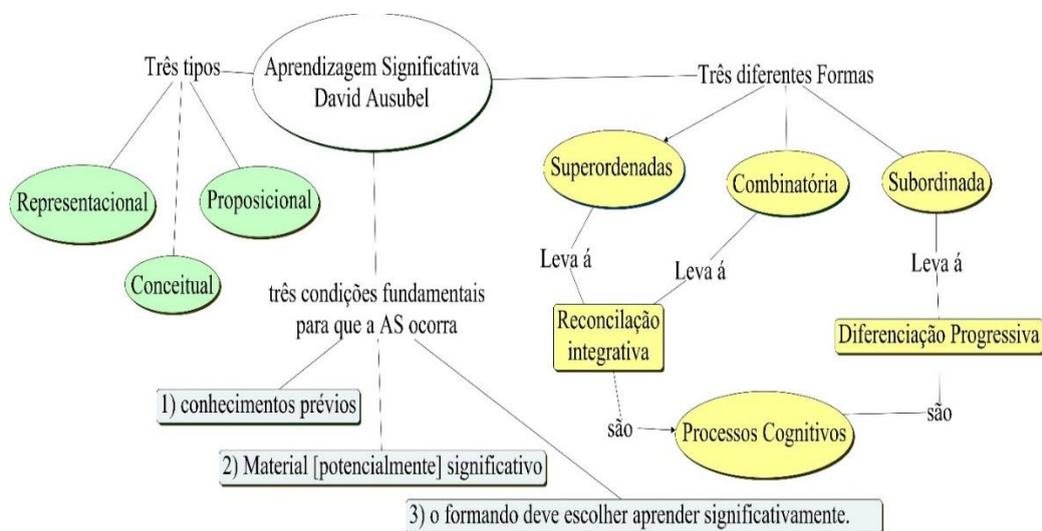
A maior parte dos materiais didáticos (livros) não promovem a diferenciação progressiva nem a reconciliação integradora, uma vez que a organização (livro) é linear e muitas vezes cronológica, iniciando com o mais simples e finalizando com o mais complexo (ou mais difícil). É, por isso mesmo, uma organização lógica, não psicológica.

Do ponto de vista cognitivo, a AS será facilitada se o estudante tiver uma visão inicial do todo, daquilo que é importante para, em seguida, poder diferenciar e reconciliar significados, critérios, propriedades, categorias etc (Moreira, 2010).

Portanto, a organização sequencial deve favorecer a consolidação com vistas a produzir níveis maiores de significados, uma vez que um novo conhecimento não deve ser aplicado sem que tenha havido a consolidação dos conhecimentos introdutórios da tarefa de aprendizagem. Ausubel (2003) ressalta e defende que “nunca se deve introduzir novo material na sequência até que se tenha dominado bem todos os passos anteriores” (Ausubel, p. 172). Os conceitos anteriores precisam estar claros, estáveis e organizados na estrutura cognitiva do aprendiz, de modo a permitir uma maior diferenciação de semelhanças e de diferenças entre o novo conhecimento e o prévio (Ausubel, 2003).

A consolidação de um conhecimento anterior numa tarefa de aprendizagem sequencial permite que as novas ideias ancoradas e estáveis fiquem à disposição na estrutura cognitiva a fim de que outras tarefas de aprendizagem sejam relacionadas e introduzidas posteriormente (Ausubel, 2003). Esses conceitos - organização sequencial e consolidação surgem do princípio fundamental da TAS, de que aquilo que o aluno já conhece é a principal variável que influencia na AS (Ausubel, 2003; Novak, 1981). O mapa conceitual da Figura 3 traz um resumo destacando aspectos e alguns dos principais elementos da TAS.

Figura (3): Mapa conceitual da TAS.



Fonte: da autora, com base na TAS de Ausubel (2003).

2.1.4. Assimilação

Os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora também se faz presente na Teoria da Assimilação. No decurso da AS, as novas informações adquiridas pelo aprendiz interagem com os conceitos preexistentes em sua estrutura cognitiva. Geralmente, esta interação acontece quando se ligam conceitos, mais amplo (específicos) e inclusivo, com outros conceitos mais gerais já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Novak, 2000).

Esse processo pode ser explicado pela teoria da assimilação. Essa teoria procura explicar de que maneira as novas ideias potencialmente significativas existentes no material instrutivo se relacionam (interagem) de maneira seletiva com as ideias relevantes, mais gerais, mais estáveis e inclusivas da estrutura cognitiva. O resultado dessa interação é para o aluno significado das ideias de instrução que foram acabadas de introduzir. Os novos significados emergidos são, em seguida, armazenados (ligados) e organizados no intervalo de contenção (memória) com as ideias fixadas e correspondentes (Ausubel, 2003).

De acordo com Ausubel, o processo de assimilação dá-se em três diferentes etapas, sendo elas:

(1) ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes; existentes na estrutura cognitiva; (2) interação entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como o produto desta interação; e (3) a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (retenção) (Ausubel, 2003, p. 8).

Nessas fases não é apenas a nova informação que é alterada ao interagir com o subsunçor relevante da estrutura cognitiva, mas o próprio subsunçor também é alterado, seja com as novas ideias de instrução pelas quais interagem, seja, posteriormente, com os novos significados emergidos aos quais estão conectados no armazenamento da memória (Ausubel, 2003).

O processo de assimilação, além de possibilitar ao aprendiz a aquisição de significados, também está ligado com os processos chamados de fase de retenção ou esquecimento. Na fase de retenção o discente, “armazena-se (ligam-se) significados acabados de surgir em relação às ideias ancoradas que lhes correspondem” (Ausubel, 2003, p. 8).

Portanto, a ideia central da teoria da assimilação é de que os novos significados

são adquiridos pelos aprendizes, por meio da interação de novas ideias potencialmente significativas (conhecimento), juntamente com conceitos e proposições que previamente já foram aprendidas por eles anteriormente. Este processo interacional acaba resultando numa modificação tanto do significado potencial da nova informação, como também do significado dos conceitos ou proposições as quais a teoria da assimilação encontra-se ancoradas. Se criando com isso um novo produto interacional (aquisição de significados) que vem a constituir um novo significado para o aprendiz, por meio da exposição sucessiva de materiais novos e potencialmente significativos, resultando na diferenciação progressiva de conceitos ou proposições, no conseqüente refinamento dos significados bem como na potencialidade aprimorada que forneça ancoragem para uma AS adicionais (Ausubel, 2000).

A partir do momento que conceitos ou proposições são aprendidos através de novos processos sucessivos da aprendizagem subordinada, superordenada ou mesmo combinatória, pode acabar surgindo significados novos e diferentes, e nesse sentido, significados conflitantes podem ser resolvidos através de um processo de reconciliação integrativa. Com o decorrer do tempo, conforme o processo de assimilação continua a acontecer, os significados dos conceitos ou proposições correspondentes podem não ser mais dissociáveis (recuperáveis) das ideias ancoradoura, sendo que nesse caso é dito que ocorreu a associação obliterativa ou esquecimento significativo: A assimilação relativamente completa em relação à especificidade do novo significado faz com que ele não seja mais dissociável (recuperável) das ideias-âncora (Ausubel, 2000).

Nesse sentido, a assimilação obliteradora assim nomeada por Ausubel (2000, 2003), refere-se ao conhecimento adquirido pelo aprendiz e que pode ser esquecido pelo mesmo com o passar do tempo, entretanto sempre existirá um resíduo, ou seja, um subsunçor modificado (algum conhecimento prévio relevante na sua estrutura cognitiva), o qual servirá de auxílio para a aprendizagem. Cabe destacar que esse processo de assimilação somente acontece pelo fato de existir subsunçores na estrutura cognitiva do aprendiz, porém Novak (2000, p. 59) ressalta que os subsunçores não são “um tipo de papel pega-mosca mental, ao qualas informações se pegam” ou ficam grudadas. Ainda de acordo com o autor citado, os subsunçores possuem um papel interativo, facilitando a percepção de novas informações relevantes e ligando-as aos conhecimentos subsunçores (conhecimentos prévios) dos indivíduos.

Dessa forma, a assimilação obliteradora assim nomeada por Ausubel (2003), refere-se ao conhecimento adquirido pelo aprendiz e que pode ser esquecido pelo mesmo

com o passar do tempo, entretanto sempre existirá um resíduo, ou seja, um subsunçor modificado (algum conhecimento prévio relevante na sua estrutura cognitiva) o qual servirá de auxílio para a aprendizagem. Após a assimilação obliteradora o subsunçores estáveis, diferenciados e modificados é o que de fato permanece na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel (2003) ressalta que os “novos significados sofrem depois, uma estabilização através da ligação (armazenamento), relativamente a estas mesmas ideias ancoradas e estáveis” (Ausubel, 2003, p. 9).

Assim, para Ausubel (2003), como resultado da interação entre a estrutura cognitiva do aprendiz com que será aprendido firma uma assimilação de antigos e novos significados, construindo deste modo uma estrutura cognitiva mais diferenciada e organizada, a nova informação irá se relacionar com os aspectos relevantes e preexistentes na estrutura cognitiva e particular do aprendiz e neste processo tanto a estrutura cognitiva preexistente como a nova informação acabam se modificando (Moreira, 2009).

No caso da aprendizagem subordinada, a nova informação irá se ancorar em algumas ideias que previamente já se encontram firmadas (subsunçores), colaborando para sua elaboração, estabilidade, modificação e enriquecimento. Na aprendizagem superordenada, as ideias prontamente estabelecidas são reconhecidas como exemplares mais específicos relacionados à nova ideia e ficam ligadas a ela, enquanto na aprendizagem combinatória o novo conhecimento acaba se relacionando com conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva, entretanto, não é tido como mais específico (subordinado) ou mais abrangente (superordenado) do que eles. Nesses três tipos Ausubel afirma que existe uma assimilação entre novos e antigos significados (Moreira, 2009).

A assimilação ou ancoragem provavelmente possui um efeito facilitador na retenção, é o que sugere Ausubel ao explicar como as novas informações recentemente assimiladas acabam por permanecerem disponíveis durante o período de retenção, e admitindo que, durante um certo tempo elas continuam dissociáveis como entidades individuais (Moreira, 1999).

De acordo com a teoria da assimilação os novos significados são adquiridos pelo aprendiz por meio da interação de novas informações potencialmente significativas com conceitos e proposições já apreendidos anteriormente. Como resultado desse processo interativo tem-se a alteração do potencial significativo do novo conhecimento, assim como dos significados, conceitos ou proposições os quais se encontram ancorados, originando dessa forma um produto ideário que estabelece para o aprendiz um novo

significado. Assim, o processo de assimilação sequencial de novos significados, mediante sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos, conseqüentemente, resultará numa diferenciação progressiva de proposições ou conceitos, na decorrência do aperfeiçoamento de significados e numa melhor potencialidade para dar ancoragem a AS posteriores (Ausubel, 2003).

Quando os conceitos e proposições são aprendidos por meio de novos processos de aprendizagem por subsunção, subordinante e combinatória, novos significados podem ser desenvolvidos e diferenciados, assim, os significados conflituosos podem ser resolvidos mediante o processo de reconciliação integradora. Assim, conforme o processo de assimilação continua à acontecer, os significados de conceitos ou proposições componentes já não podem mais serem dissociáveis (recuperáveis) das respectivas ideias ancoradas, de modo que se pode afirmar que houve uma assimilação obliterante ou um esquecimento significativo: a assimilação relativamente completa da especificidade do novo significado faz com que o mesmo não seja dissociável (recuperável) da generalidade da ideia mais inclusiva ancorada na estrutura cognitiva do aprendiz (devido à subsunção obliterante), considerando-se, conseqüentemente, estar esquecido (Ausubel, 2003).

Assim, a principal ideia que envolve a teoria da assimilação é que os novos significados são obtidos por meio da interação do novo conhecimento com conceitos ou mesmo proposições aprendidas de maneira prévia (Moreira, 2009a). A consequência dessa interação é um produto interacional (aquisição de significados), e que, nesse tipo de realidade, a nova informação passa a adquirir significados, ao mesmo tempo que os subsunçores adquirem significados adicionais. Em seguida, na fase de retenção, o produto interacional é dissociável, isto é, as entidades distintas podem ser identificadas.

No entanto, conforme o processo de assimilação progride, surge a fase de assimilação obliteradora, em que o produto interacional passa a reduzir-se ao subsunçor modificado, provocando, assim, o esquecimento da informação previamente instruída em relação ao aluno.

2.2. Terceira lei de Newton e Empuxo nos documentos oficiais

Nesta seção buscou-se apresentar orientações para trabalhar a Terceira Lei de Newton no Ensino médio e que estejam em conformidade com os documentos oficiais, sendo eles: os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 1996, 2002), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) e o Currículo do Estado de Sergipe (2022), tendo em

vista que os autores desta pesquisa residem neste estado.

No Currículo do Estado de Sergipe (2022), a Terceira Lei de Newton encontra-se na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, da qual a Física faz parte. Neste documento, são apresentados 24 (vinte e quatro) habilidades para o ensino de Física, sendo elas de competência 1 (um), 2 (dois) e 3 (três), buscando auxiliar os docentes na abordagem dos conteúdos que abrangem esta disciplina.

Segundo o organizador curricular Ciências da Natureza e suas Tecnologias, as Leis de Newton têm como unidade temática a linguagem científica e tecnológica, na qual orientam os professores a trabalharem essas leis através da competência 3 (três) e a habilidade 6 (seis) desta competência que abrange 10 (dez) habilidades.

Assim, a competência 3 (três) enfatiza que o Ensino sobre as leis de Newton devem levar aos alunos a saberem:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (Sergipe, 2022, p. 120).

A fim de justificar o uso de equipamentos, recursos, bem como o comportamento de segurança, a habilidade 6 (seis) busca avaliar os riscos incluídos em atividades do dia a dia por meio da aplicação dos conhecimentos que abrange as Ciências da Natureza, nesse sentido, buscando garantir a integridade da física, individual, coletiva e também socio ambiental através da utilização de dispositivos e aplicativos digitais que possam viabilizar a estruturação de simulações de tais riscos para os seres humanos (Sergipe, 2022).

Ainda neste documento expõe-se a necessidade dos docentes correlacionarem os conteúdos que abrangem a disciplina de Física com as habilidades propostas, além de criarem bases para inserir nas aulas o uso de novas metodologias ativas com temáticas atuais e tecnologias de ensino, que tornem os alunos um ser ativo em seu processo de aprendizagem (Sergipe, 2022).

Com relação ao ensino de Física, ele deve proporcionar os alunos o desenvolvimento de competências e ter um olhar mais crítico para analisar e compreender aspectos do cotidiano e adquirir capacidades de resolverem os problemas que surgem no dia a dia (Sergipe, 2022).

Seguindo esta mesma linha de pensamento, os PCN (1996) enfatizam que, a

formação dos estudantes deve estar focada na obtenção de conhecimentos básicos para a formação científica e a capacidade de utilizar diferentes tipos de tecnologias que possam desenvolver nos discentes um espírito investigativo para o desenvolvimento de pesquisa, busca e seleção das informações, testar e formular hipóteses, em detrimento da necessidade de apenas memorizar os conteúdos (Brasil, 1996).

Os PCN + (2002) apresentam seis temas estruturados e fundamentais da natureza para organizar o ensino de Física, sendo eles: “Movimento, variação e conservações; Calor; Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações; Som; Matéria e radiação; Universo, terra e vida” (Brasil, 2002, p. 19).

De acordo com os PCN+ (2002) o tema estruturador Movimento, variações e conservações tem como objetivo o desenvolvimento de competências que sejam capazes de capacitar os alunos para lidarem com problemas práticos, concretos e que propiciem na compreensão de leis, além de conscientizar os discentes quanto aos aspectos da evolução tecnológica voltada para a fenomenologia cotidiana enfatizando a capacidade de produção da civilização humana (Brasil, 2002). Nesse sentido, as Leis de Newton merecem destaque, por ser um tema de grande relevância no ensino de Física e por estarem bastante presente no cotidiano.

Já a BNCC (2018) orienta discutir as Leis de Newton através da habilidade (EM13CNT101), destacada na área das Ciências da natureza, tem-se a proposta de analisar e representar, por meio ou não de dispositivos digitais, as transformações e conservações nos sistemas os quais a quantidade de matéria, de energia e de desenvolvimento estejam contidas em determinados sistemas, cujo o objetivo é realizar previsões de seus comportamentos em situações do dia a dia, em processos produtivos que dê preferência ao desenvolvimento sustentável, o uso consciente de recursos da natureza e manutenção da vida em todas as suas formas (Brasil, 2018).

Assim, ao se trabalhar os conhecimentos das ciências da natureza, citando como exemplo as três Leis de Newton a proposta vem apoiar o desenvolvimento das competências dessas leis por meio da compreensão e da aplicação dessas Leis pelos estudantes no cotidiano, favorecendo aos mesmos o uso de diferentes linguagens para poderem compartilharem informações e experiências com seus colegas de turma e o docente, além de serem capazes de analisar, levantar hipóteses, compreender e assim explicar o fenômeno em estudo baseados no conhecimento da Ciências naturais (Brasil, 2018).

Um ponto importante a ser ressaltado com relação a abordagem dos conteúdos na

disciplina de Física o PCN+ (2002), expõem a importância de estabelecer a ligação entre os novos conteúdos a serem aprendidos com os anteriores. Assim, ressalta-se a necessidade de mudanças no Ensino de Física, não basta, apenas apresentar “o que ensinar Física”, mas também dar um tratamento que envolva as relações possíveis de serem feitas e que possam traduzir uma única linguagem que venha a descrever o fenômeno em questão.

As abordagens dos conteúdos de Física devem ser feitas de maneira a conseguir integrar os demais assuntos, a fim de desenvolver nos alunos a construção de um pensamento, em que seja possível relacionar os conteúdos que compõem a Física, de forma a conseguirem explicar os fenômenos da natureza e desenvolverem uma linguagem crítica que os acompanham também para além do Ensino Médio. Nesse aspecto, “para que ensinar Física” torna-se uma questão importante na medida em que se busca justificar a importância dessa disciplina tanto na investigação dos fenômenos da natureza quanto à colaboração que ela fornece ao desenvolvimento da civilização humana.

Diante do que se foi exposto fica evidente, tanto o Currículo do Estado de Sergipe (2022), os PCNs (1996, 2002), como também a BNCC (2018) orienta que as leis de Newton sejam abordadas no Ensino Médio por meio de uma perspectiva contextualizada valorizando os conhecimentos prévios e as situações cotidianas dos alunos e integrada com auxílio de novas metodologias ativas e tecnologias de ensino.

3. Trilhando possíveis percursos e dificuldades: Investigando concepções espontâneas

3.1. A importância da Terceira Lei de Newton

A Terceira Lei de Newton que refere-se ao princípio da ação e reação, apresenta uma grande importância para a Física, devido ao fato dela explicar como as forças resultantes da interação entre objetos atuam em pares, o que é essencial para a compreensão do movimento dos objetos. Portanto, a Terceira Lei de Newton afirma que é impossível gerar movimento somente num único corpo. Deste modo, a atuação das forças sempre ocorrerá em pares (Pires; Silva; Forato, 2019).

A título de exemplo temos o impulso de um foguete, que ao ser lançado tem os gases expelidos pelo motor na direção contrária ao movimento do foguete. Essa ação, por sua vez, cria uma reação empurrando o foguete para cima. Assim, sem a Terceira Lei de Newton seria impossível o movimento do foguete (Oliveira, 2021).

Diante disso, a não assimilação da força como sendo uma interação que ocorre entre dois corpos, acarreta dificuldades na compreensão desta lei por parte dos alunos e professores (Zylbersztanj, 1983).

Porém, o que observamos sobre a abordagem da Terceira Lei de Newton no ensino, é que indubitavelmente ela vem sendo realizada de maneira abstrata e sem sentido, e muitas das vezes é estudada como um tópico, em que existe apenas um enunciado: Para toda ação existe uma reação de mesma intensidade e direção, porém com sentidos opostos (Silva, 2015; Pereira, 2016). Trabalha-se isso, dá-se um exemplo e, em seguida não se evolui muito, nem se tem uma reflexão mais aprofundada. Em outros casos, logo após a explanação desta simples definição, os docentes induzem aos alunos à exploração de situações complexas, as quais abrangem conceitos de Física avançados, como força sem contato ou magnética (Sujariththam; Tanamatayarat, 2019). Esta forma de enunciado não consegue oferecer aos alunos nenhum tipo de ideia explícita da interação entre dois corpos, fazendo com que eles venham a desenvolver modelos, em que o par de ação e reação age no mesmo corpo, quando está em equilíbrio ou repouso, ou que esse par de forças (ação e reação) ao estarem em movimento, uma das forças (ação e reação) atuantes, tem uma intensidade maior do que a outra, sendo que para os estudantes, o corpo que tem uma maior massa, ou uma maior velocidade, executa uma força maior (Zylbersztanj, 1983).

Mesmo que seja pequena a área conceitual referente a Terceira Lei de Newton e pareça bastante simples para o ensino, ela se tornou para os alunos um dos tópicos mais difíceis (Sujariththam; Tanamatayarat, 2019). Diante disso, em um curso introdutório de Física torna-se importante que a Terceira Lei de Newton receba um tratamento cuidadoso e extenso, diferentemente do que vem sendo dado a essa Lei. David e Brown (1989) enfatizam que é necessário compreender que às forças surgem da interação, para entender a definição da Terceira Lei de Newton. Assim, muitos equívocos relacionados ao entendimento das duas primeiras leis de Newton podem ser atribuídos a incapacidade de entender o significado da Terceira Lei de Newton.

A importância da Terceira Lei de Newton, como conceito de forças resultantes de interações entre objetos, mostrar que a compreensão do conceito de força pelos alunos e professores seria de grande importância para uma melhor compreensão das Leis de Newton. É possível observar que os alunos, ao estudarem os conteúdos referentes a área da mecânica no 1º ano do Ensino Médio, apresentam conhecimentos razoáveis dos conceitos de força, velocidade, massa, aceleração e equilíbrio (Pimentel, 2007).

Cabe destacar que a interpretação errônea dos alunos em relação ao termo “interação” resulta em concepções espontâneas, a respeito dos pares ação e reação, nas quais a interação é compreendida por eles, como sendo um conflito de forças contrárias. Assim, os estudantes possuem a noção de que um corpo com maior massa sempre exercerá uma maior força. Essa confusão em relação a compreensão do princípio da ação e reação faz com que os aprendizes enxerguem a ação e a reação como um único conceito, ou seja, vistas pelos mesmos como sendo sinônimos (Hestenes; Wells; Swackhamer, 1992; Freitas, 2010).

Este fato pode justificar a confusão que pode existir em relação a outros conceitos da Física, como por exemplo, a gravidade e o peso que são compreendidas por eles como sendo sinônimos.

Newton, ao relacionar a gravitação terrestre com a atração astronômica tentou fazer o uso dos cálculos acerca do movimento lunar, assim percebeu que o peso de um objeto terrestre dava-se em função da sua distância do centro da terra e que a aceleração dos corpos em queda encontrava-se relacionada com a sua posição no espaço. Assim, por meio dessas suposições, Newton, previu que “algumas propriedades característica do corpo deveria ser invariante em relação à sua posição”, concluindo desta forma que deveria haver uma diferenciação entre peso e massa, à qual chamou de “quantidade de matéria” (Jammer, 2011, p. 2854-2855). Embora essa ideia, ainda não se tinha sido explicitamente reconhecida como sendo um conceito fundamental da mecânica, a mesma já tinha sido desenvolvida por seus contemporâneos Kepler, Gilbert e Galileu. Através das experiências de Robert Boyle, Newton, buscou determinar uma base matemática, definindo a “quantidade de matéria como o produto do volume pela densidade” (Jammer, 2011, p. 2855). Assim, o conceito de massa passou a ser compreendido como sendo uma ideia básica do seu sistema e, como resultado, a definição de momento linear ou “quantidade de movimento”, e de força, determinada pela variação do momento, se tornou mais simples.

De acordo com Camargo e Scalvi (2001, p. 138) “uma força aplicada é sinônimo de empurrar ou puxar. Para alguns, apenas seres vivos são reconhecidos como agentes da força”. Percebe-se que o conceito de força está relacionado a ideia decorrente do ato de puxar e empurrar. De acordo com Jammer (2011) essa ideia de força como sendo consequência de um esforço físico vai de encontro com uma conceituação pertencente ao senso comum e com a concepção Aristotélica. Segundo Jammer (2011) um dos tipos de força que era reconhecida por Aristóteles refere-se a [...] emanção da substância, a força

do empurrar ou puxar, provocando movimento em um segundo objeto, e não em si mesmo” (Jammer, 2011, p. 931). Portanto, para Aristóteles qualquer tipo de movimento local decorria-se do ato de empurrar e puxar.

Esse tipo de concepção espontânea também assemelha-se muito à ideia que Newton tinha a respeito de força, pois para ele, em última análise, a força era entendida como conceito intuitivo, semelhante a força muscular humana (Jammer, 2011).

Ainda de acordo com Jammer (2011), as informações acerca da natureza envolvendo o conceito de força tomada em si ou mesmo em relação a sua construção histórica, de modo geral, são poucas. Isso pode ser notado tanto nos manuais didáticos quanto na bibliografia especializada, pois nesse caso fica subentendido que a ideia de força é um conceito intuitivo, possuindo ampla aplicação prática, de fácil verificação e teste. No entanto, sua natureza é, muitas vezes, problemática e ignorada, podendo ocasionar em erro os estudantes de ciências pelo fato dos mesmos entenderem e tratar o conceito de força como uma entidade mística ou mesmo como qualidades ocultas. Assim, “não raro e não apenas nos cursos elementares e introdutórios de Física a força é interpretada à maneira animista ou peripatética tradicional, como uma ‘tendência’ ou um ‘esforço para’” (Jammer, 2011, p. 15-16). Dessa forma, também é possível localizar informações afirmando que a força é capaz de “superar” outra força.

Diante disso, torna-se clara a necessidade de novas abordagens didáticas que possam possibilitar aos alunos a superação das concepções espontâneas, para que assim, possa ser construído por eles um novo conceito científico mais elaborado (Freitas, 2010).

Cabe salientar que, outro ponto que pode oportunizar dificuldades para os estudantes, vem da denominação “ação e reação”, sendo frequentemente utilizados para denominar o par de forças que originam produto, sempre da interação entre dois corpos. Nesse caso, Bao, Hogg e Zollman (2002) afirmam que tal distinção (ação e reação) não ajuda, pois até o momento presente os estudantes não mostram serem capazes de aplicar diagramas corporais isolados, de modo a fazerem prevalecer a ação sobre a reação em seu raciocínio. O que significa afirmar que os estudantes na maioria, das vezes, transpõem fenômenos que acontecem simultaneamente e novamente a compreensão do princípio da interação é alterada. Segundo David e Brown (1989), os estudantes consideram que a força exercida por um corpo é uma característica do próprio corpo e que depende da condição daquele.

Ao interpretar o termo interação como sendo uma “metáfora de conflito”, isto é, uma luta envolvendo forças contrárias, tal interpretação pode levar uma pessoa a aplicar

em determinadas situações um tipo de princípio de dinâmica, de tal forma que o indivíduo venha a pensar que “o mais forte” exerce uma força maior.

Nesse caso, “mais vigoroso” pode significar “maior”, “maior massa” ou mesmo “mais ativo”, por exemplo, a experiência do dia a dia faz com que seja contraintuitivo que um objeto de grandes dimensões e de deslocamento rápido e outro de pequenas dimensões e deslocamento lento possam exercer a mesma força um sobre o outro quando colidem. Em vez disso, é muito mais intuitivo (porém incoerente) relacionar as forças no momento da colisão com as “forças” nos objetos que estão em movimento e acabar acreditando que objetos de grandes dimensões e em deslocamento rápido têm ou mesmo incorporam grandes forças internas, exercendo também grandes forças em outros objetos, enquanto as forças exercidas por objetos de pequenas dimensões e em deslocamento lento são menores (Hestenes; Wells; Swackhamer, 1992).

Em situações estáticas, a Terceira Lei de Newton é difícil de ser compreendida pelos estudantes. Para Montanero *et al.* (2002), uma teoria implícita que é utilizada para explicar o comportamento de dois corpos, quando um está apoiado sobre o outro, é a ideia de que o corpo inferior possui uma força passiva de resistência, quer seja um simples impedimento à penetração, quer seja como uma propriedade natural de sua massa (ou peso). A natureza dessa resistência é de tal maneira que, em determinadas situações, não pode ser considerada uma força.

Um outro ponto de grande importância a ser destacado sobre a Terceira Lei de Newton é que ela não vale em referenciais não inerciais, pelo fato de existirem forças do tipo centrífuga, a qual não pode ser associada com qualquer interação fundamental, por este motivo, não formando os pares de ação - reação (UFMS, 2021).

Dessa forma, o aprendiz pode construir uma visão do conceito de força como sendo uma propriedade inata ou adquirida dos objetos, ao invés de ser o resultado de interação, assim, como também tem a concepção de força como sendo propriedade de objetos. A compreensão ingênua do conceito de força como sendo uma propriedade de objetos contribuem para uma não compreensão conceitual, assim como na incapacidade de resolução de problemas quantitativos (David; Brown, 1989).

De acordo com Heller e Reif (1984), se os estudantes considerassem as forças como sendo decorrentes somente de interações, isso os ajudaria de modo significativo na resolução de problemas quantitativos, uma vez que a compreensão de maneira aprofundada dos alunos em relação ao conceito da Terceira Lei de Newton, lhes darão uma melhor compreensão para responder perguntas, tanto com características qualitativas

como quantitativas envolvendo o conceito de força (Ure *et al.*, 1994).

Pela mecânica newtoniana as forças surgem das interações. Se tratando da mecânica clássica, de acordo com David e Brown (1989), existem 5 (cinco) importantes ideias para uma análise cuidadosa da Terceira Lei de Newton, sendo elas:

1) Um corpo não pode experimentar uma força isolada. Não pode haver uma força em um corpo A sem um segundo corpo B para exercer a força. 2) Intimamente relacionado ao ponto acima está o fato de que A não pode exercer uma força isoladamente. A não pode exercer uma força a menos que haja outro corpo B para exercer uma força sobre A. Dizemos então que A e B estão interagindo. (Assim, por exemplo, é incorreto dizer que um astronauta que dá um soco no espaço vazio com o punho está exercendo uma força, pois não há nada exercendo uma força de volta contra seu punho). A força de atração ou repulsão entre dois corpos surge como resultado da ação dos dois corpos um sobre o outro porque eles estão em contato ou experimentam entre eles uma força que age à distância. 3) Em todos os momentos do tempo, a força que A exerce sobre B é exatamente da mesma magnitude que a força que B exerce sobre A. 4) Uma implicação importante do ponto acima é que nenhuma força precede a outra. Mesmo que um corpo seja mais “ativo” do que o outro, e, portanto, pareça iniciar a interação (por exemplo, uma bola de boliche atingindo um pino), a força que o corpo A exerce sobre o corpo B é sempre simultânea à força que B exerce sobre A. 5) Na interação de A com B, a força que A exerce sobre B está em uma direção exatamente oposta à direção da força que B exerce sobre A (David; Brown, 1989, p. 356).

Pimentel (2007) baseado em interpretações de outros pesquisadores, apresenta 5 (cinco) importantes elucidaciones para a compreensão da Terceira Lei de Newton. Essas interpretações seguem abaixo:

1) - Em um corpo, as forças atuantes sempre se apresentam em pares (Gref, 2000). Neste caso, não é possível que determinado corpo, ao aplicar uma força sobre outro corpo, não reaja de maneira equivalente, e isso significa dizer que existe um limite para que determina força seja aplicada sobre um corpo, de modo que esse limite nada mais é do que o valor máximo que a reação pode atingir.

2) - As forças de ação e reação tendem a ocorrer em corpos distintos (Gref, 2000; Alvarenga, 2006). Um corpo, ao exercer uma ação sobre outro corpo, essa força poderá ser representada por meio de um vetor situado no centro de massa do corpo que acabou de receber a ação. No entanto, a reação deve ser representada por outro vetor que seja igual em módulo e direção, porém de sentido contrário, sendo aplicado no centro de massa do corpo que executou a ação. Essa abordagem é coerente, uma vez que, muitos estudantes, ao perceberem as forças que atuam sobre um corpo, situado num plano horizontal, acabam por identificar as forças “peso e a normal” (ambas agindo sobre determinado corpo), como sendo de ação e reação, o que não é verdadeiro. O discente, ao

expor este exemplo, poderá desenhar os pares ação e reação de maneira separada (a interação corpo-terra e corpo-mesa) e, em seguida sobrepô-las.

Assim, o aluno terá mais chances de perceber que as duas forças, isto é, a força peso e a força normal, que tendem a agir sobre um mesmo corpo, não constituem, ainda que tenham o mesmo módulo, a mesma direção e sentidos opostos, um par ação-reação, pois agem sobre o mesmo corpo. Essa situação costuma ocorrer quando a superfície de contato com o corpo é horizontal, porém, quando um corpo está situado numa rampa, a força normal tende a ser diferente da força peso em módulo, direção e sentido.

3) - A força que um corpo age sobre o outro obedece à mesma lei, independentemente das massas que cada corpo possui, seja na interação entre dois corpos de massas semelhantes (jovens sobre skates), seja na interação entre massas distintas (o planeta e o galho de uma árvore), porém essa constatação contraria o senso comum, uma vez que a maioria das pessoas, por desconhecem a Terceira Lei de Newton, tendem a imaginar que um corpo de grandes dimensões (maior massa) exerce uma força maior sobre um corpo de pequenas dimensões (menor massa) (Ure *et al.*, 1994).

4) - Há situações em que não é possível afirmar qual das forças, que agem sobre um corpo, pode ser considerada de “ação” ou de “reação” (Hewitt, 2002), uma vez que é impossível afirmar quem age e quem reage. Por exemplo, numa colisão entre dois veículos (choque mecânico), os quais se deslocam em sentidos opostos, qualquer um deles pode ser vistos como praticando a ação e o outro reagindo ao fenômeno físico. Também é possível identificar essa indefinição: na atração Terra e Lua, no aperto de mão, na brincadeira em que duas crianças puxam uma corda; em todas as situações mostradas, qual é considerada a força de ação e a outra a de reação? Ora, pela Terceira Lei de Newton essa pergunta não tem relevância, pois o mais importante é saber que uma força não existe sem a outra.

5) - Embora as forças de ação e reação sejam iguais e opostas, as mesmas não se anulam (Hewitt, 2002).

É uma elucidação bastante importante para a compreensão da Terceira Lei de Newton mencionada por Viennot (1979, p. 16) é que “no esquema Newtoniano, a ação e reação são sempre iguais, independentemente do movimento”.

3.2. Concepções espontâneas e principais dificuldades relacionadas a não compreensão da Terceira Lei Newton

As concepções espontâneas vêm sendo apontadas nas pesquisas como um fator predominante, que dificulta a aprendizagem dos alunos com relação aos conteúdos de Física (Talim, 1999; Valadares, 1995; Setlik; Higa, 2014). Assim, a linguagem informal do dia a dia, o método tradicional de ensino, que traz como prioridade a memorização dos conteúdos escolares, os erros conceituais percebidos em textos acadêmicos, livros didáticos e nos próprios docentes, são alguns dos fatores que originam concepções espontâneas no estudo da Física (Zylbersztajn, 1983; Serhane *et al.*, 2020; Oliveira, 2021).

Assim e por meio de suas reflexões, experiências e interações sociais que o ser humano vai organizando e reconstruindo, as suas ideias sobre o mundo, as quais são influenciadas por fatos de índole efetiva e cognitiva, se baseiam em aprendizagem pessoais que acontecem desde o seu nascimento (Valadares, 1995).

Quando o aluno chega à escola, essas concepções, que dizem respeito as primeiras ideias de mundo, apoiadas em suas intuições e senso comum, sendo que várias delas são apreendidas de forma significativa, vão por sua vez realizar um importante papel na forma de como a aprendizagem das ideias, que são cientificamente aceitas, irão ser processadas (Valadares, 1995). “Se na Ciência, como construção humana de validade normativa que é, devemos encarar com naturalidade a existência de concepções divergentes, no ensino da Ciência também elas deverão existir, quer entre professores quer entre alunos” (Valadares, 1995, p. 286).

E de acordo com Pimentel (2007) e Freitas, Ferreira e Ustra (2016), tanto os estudantes do Ensino Médio, como também os do ensino superior trazem consigo concepções espontâneas acumuladas pelos mesmos no decorrer de suas vidas. Essas concepções são originárias por suas instituições, crenças e experiências que são adquiridas por eles no dia a dia, mediante a sua interação social e vivência cotidiana, sendo muito resistentes as modificações, pelo fato de estarem enraizadas na memória dos alunos. Esta realidade não é exclusivamente dos aprendizes, sendo comum a qualquer ser humano, incluindo-se os próprios docentes.

Valadares (1995) ressalta que cada docente “conta com o seu processo pessoal de aprendizagem, teve e tem a sua experiência cognitiva pessoal que é determinante a respeito das ideias científicas que possui” (p. 286). Assim, essas ideias científicas vão sendo negociadas com os estudantes que, por sua vez, já trazem consigo ideias e representações próprias acerca do mundo, mais o menos espontâneas, empíricas e

decisivas. Espera-se que essa mudança conceitual aconteça, medida em que os aprendizes vão progredindo no estudo da Ciência, “mas a investigação tem revelado de modo convincente que muitas das concepções dos alunos resistem tenazmente à mudança conceptual pretendida” (Valadares, 1995, p. 286).

Ao chegarem no ambiente escolar é inevitável o choque entre ideias. As explicações científicas apresentadas pelos professores aos alunos nem sempre são compreendidas. Assim, a evolução das concepções prévias para os conceitos científicos propriamente aceitos tem se tornado um grande desafio para os educadores (Pimentel, 2007).

Deste modo, os investigadores Clemente, Novak, Nussbaum, Waern e Leboutet-Barrel afirmaram que “os estudantes desenvolvem concepções acerca do mundo físico que interferem fortemente com a sua aprendizagem” (Valadares, 1995, p. 290). Diante disso, havia a necessidade de juntar dados e provas que fossem capazes de refutarem ou comprovarem esta hipótese, desse modo surgiu um grande movimento o qual ficou conhecido como “Movimento das Concepções espontâneas” (Valadares, 1995).

Já com relação à Terceira Lei de Newton, que é o foco desta pesquisa, Talim (1999) enfatiza que os estudos acerca dessa Lei não levam com rigidez a existência das concepções espontâneas relacionadas a ela e que conseqüentemente interferem na aprendizagem dos estudantes. Assim, os problemas envolvendo a Terceira Lei de Newton são de difícil compreensão para os aprendizes (David; Brown, 1989).

Portanto, geralmente os alunos em contato com o cotidiano vivenciam situações assimétricas (em Física o conceito de assimetria é bastante utilizada com a finalidade de descrever a ausência da simetria relacionada a uma determinada propriedade ou fenômeno), como por exemplo, uma pessoa forte empurrando a outra, a mais forte geralmente vence. Deste modo, o termo interação é interpretado por meio de uma metáfora de conflito (Serhane *et al.*, 2020). Em situações simétricas a Terceira Lei de Newton causa poucas dificuldades, como exemplo, objetos que estão interagindo possuem massas iguais, já em situações assimétricas os estudantes chegam a afirmar com certa frequência que duas forças interagindo não são iguais.

Os estudantes normalmente podem associar diretamente o conceito de força à movimento, tendo a ideia de que, em um sistema formado por dois corpos que se encontram em interação e movimento, a ação é maior do que a reação, quando pela Terceira Lei de Newton, que refere-se ao princípio da ação e reação, o correto seria afirmar que os dois corpos estão exercendo uma mesma força, no entanto em sentidos

opostos (Zylbersztajn, 1983). Fato corroborado também com as pesquisas desenvolvida por Watts e Zylbersztajn (1981), Brito e Hernández (2019) e Talim (1999).

Essa noção de que a ação é maior do que a reação num sistema, formado por dois corpos em interação e encontrando-se em movimento, também foi observada em alunos com uma maior experiência em Física, como mostrado na pesquisa de Viennot (1979).

Talim (1999), ao aplicar um teste com 91 (noventa e um) estudantes, relacionados à Terceira Lei de Newton, sendo que 62 alunos eram do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede particular localizada em Belo Horizonte e 29 estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola técnica Federal da mesma localidade, encontrou três padrões distintos de interpretação da Terceira Lei de Newton:

- 1) *Um corpo em movimento que colide com uma parede ou com um corpo de grandes dimensões que está imóvel* - A maior parte dos estudantes não consegue identificar a força que o corpo exerce sobre uma parede imóvel, mas apenas a força que a parede exerce sobre o corpo. Este resultado corrobora com a pesquisa realizada por Pimentel (2007), que ao colocar para os estudantes o problema referente a uma bola de tênis sendo arremessada contra uma parede, verificou que a maioria dos alunos valorizaram a força que a parede exerce sobre a bola. Já outros alunos não conseguiram identificar a força que a bola exerce sobre a parede. Assim, para estes estudantes, “como a parede não se mexeria e a bola iria voltar, eles identificaram somente a reação da parede sobre a bola” (Talim, 1999, p. 147);
- 2) *Corpos interagindo com forças de longe alcance* - Os estudantes não conseguiram identificar a força de um corpo (que está situado próximo à Terra) sobre a Terra. Esta dificuldade também foi encontrada na pesquisa de Pimentel (2007);
- 3) *Corpos em movimento em contato um com outro (movendo-se na mesma direção)* – Os estudantes identificaram que o corpo de maior massa exerce uma força maior sobre um corpo de menor massa. Fato este também corroborado pelas pesquisas de Ure *et al.* (1994) e Pimentel (2007).

Assim, Valadares (1995) apresenta a seguinte concepção alternativa: *a força de interação depende da forma, da posição dos corpos e do fato de eles se moverem.*

Com relação a posição dos corpos os estudantes dão uma grande importância para os fatores figurativos na análise de situações que envolvem a interação entre dois corpos (Valadares, 1995 *apud* Marin *et al.*, 1994). Esta concepção espontânea dificulta os estudantes a fazerem o uso correto da Terceira Lei de Newton que refere-se ao princípio da ação e reação.

Assim, os estudantes, por exemplo, aceitam facilmente a ação atrativa que a Terra

executa sobre um corpo, porque identificam o corpo se movendo para a Terra, mais por outro lado, eles apresentam várias dificuldades em imaginarem uma força de igual intensidade a atuar na Terra, porque eles não conseguem enxergar a Terra se movendo ao encontro do corpo (Terry; Jones, 1986).

Viennot (1979) ressalta, que os alunos também tendem a apresentar uma ideia intuitiva de que as forças de ação e reação atuam num mesmo corpo, tendo a mesma intensidade de forma a poder equilibrá-lo e mantê-lo em repouso para o caso em que dois corpos que estão interagindo sem que exista de maneira “aparente” a geração de movimento. Para os movimentos circulares, os estudantes sentem a necessidade de inserir uma “força centrífuga”.

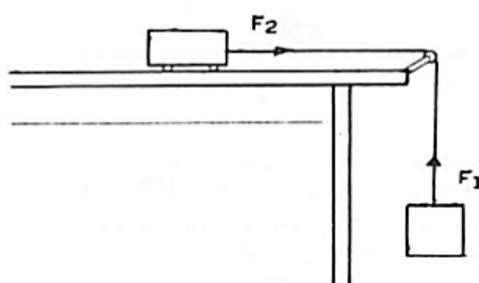
Assim, as forças que agem sobre a Lua fazem-na a girar ao redor da terra em órbita circular e velocidade constante: a primeira é uma força de interação newtoniana, a segunda é a que contrapõe esta interação “para que a Lua não caia sobre a Terra”, e a terceira é outra força atuando na direção do movimento “para que continue girando” (Sebastià, 1989). Nesse sentido, está se utilizando de uma “força centrífuga” afim de anular a força de atração gravitacional entre a Terra e a Lua (força centrípeta), de modo a equilibrar o corpo e assim poder explicar de maneira intuitiva a inexistência do movimento na direção radial. Na maioria das vezes os estudantes necessitam dessa força centrífuga para explicar o fato dos corpos serem lançados para fora de uma trajetória circular, deixando de reconhecer conceito científico da inércia (Minguel, 1986).

Geralmente vivenciamos situações assimétricas, em nossa vida cotidiana. Por exemplo, uma pessoa ao empurrar outra, geralmente a mais forte vence. Interpretar o termo interação através de “metáfora de conflito” (Hestenes; Wells; Swachamer, 1992), ou seja, em uma luta entre forças contrárias, podem levar aos alunos a aplicar em algumas situações o princípio da dominância, no qual os mesmos podem imaginarem, que o mais forte exerce uma maior força. A Terceira Lei de Newton, apresenta situações estáticas de difícil compreensão para os estudantes.

Os estudantes carregam muitas dificuldades em relação à Terceira Lei de Newton, principalmente se os corpos que estão interagindo ficarem em movimento. Neste caso, a concepção espontânea mais provável de ser manifestada pelos alunos é de que uma das forças do par de ação e reação é maior do que a outra. No entanto, para os alunos, parece valer o seguinte princípio alternativo “se dois corpos estão interagindo para gerar um estado de movimento, então um deles deve estar exercendo uma força maior sobre o outro” (Zylbersztajn, 1983, p. 7).

Ainda de acordo com o autor Zylberstajn (1983), esse princípio é mais intuitivo do que a Terceira Lei de Newton, sendo possível a especulação de que a sua observância serviria para explicar as dificuldades que muitos estudantes possuem, ao tentarem resolver problemas que envolvem situações semelhantes à Figura 4, pois como o sistema se encontra em movimento, para os alunos torna-se difícil imaginarem F_1 sendo igual a F_2 ($F_1 = F_2$), uma vez que intuitivamente para os mesmos, F_2 deve ser maior do que F_1 . Quando, o correto seria afirmar que, pelo esquema Newtoniano da Figura 4, a ação e a reação sempre serão iguais ($F_1 = F_2$), independentemente do movimento. Esta dificuldade para a intensidade de força aplicada em blocos em movimento também foi encontrada na pesquisa desenvolvida por Freitas, Ferreira e Ustra (2016) inspirada nos exemplos da pesquisa de Zylbersztajn (1983).

Figura 4: Intensidade das forças aplicadas em blocos na qual o sistema se encontra em movimento.



Fonte: (Zylbersztajn, 1983, p. 7).

Assim, a força como sendo causa da aceleração é uma concepção espontânea manifestada frequentemente pelos estudantes.

O termo “força” [*vis*] foi apresentado por Newton pela primeira vez na Definição III: “a *vis insita*, ou força inata à matéria, é um poder de resistir mediante o qual todo e qualquer corpo, haja o que houver nele, permanece em seu estado atual, seja este de repouso ou de movimento uniforme em linha reta (Jammer, 2011, p. 2873).

Ainda de acordo Jammer (2011):

a natureza inerte da matéria é concebida aí como uma força da inatividade. A inércia, para Newton, era uma espécie de força inata [*insita*] à matéria, uma força latente, desde que nenhuma outra força imprimida sobre o corpo “[se esforçasse] por alterar seu estado”. Ela podia ser considerada uma resistência e um impulso (Jammer, 2011, p. 2873).

Diante desta definição, nota-se que Newton não concebeu a força como sendo uma causa do movimento ou da aceleração.

Também é importante ressaltar que a força também é compreendida como sendo

uma grandeza vetorial. Posteriormente, após enunciar a terceira lei de movimento, no Corolário I, mencionou que: “um corpo que sofre a ação de duas forças simultâneas descreve a diagonal de um paralelogramo no mesmo tempo que descreveria os lados do paralelogramo por essas forças, separadamente”(Jammer, 2011, p. 3023). Essa afirmação diz respeito à formulação Newtoniana do teorema do paralelogramo que, de acordo com Jammer (2011):

A formulação Newtoniana do teorema do paralelogramo é importante para compreendermos a sua concepção de força, não só por caracterizá-la como uma grandeza vetorial, para usarmos uma expressão moderna, mas também porque lança alguma luz sobre o modo como Newton concebia o mecanismo exato da ação dinâmica na época em que redigiu o capítulo introdutório dos *Principia* (Jammer, 2011, p. 3023).

Assim, no período histórico em que Newton estava inserido, a maneira de somar forças já era bastante conhecida, independentemente da maneira como estas eram definidas. Nesse sentido, qualquer entendimento de força deveria estar conforme o teorema do paralelogramo (Jammer, 2011). Assim, é de supor que a derivação do paralelogramo de forças teve como base a composição cinemática das velocidades, sendo que a proposição deste paralelogramo possibilitou a caracterização da força como sendo uma grandeza vetorial e ao mesmo tempo favoreceu o entendimento da forma como Newton concebia a dinâmica dos corpos.

No entanto, cabe ressaltar que existe uma diferença ontológica a respeito da força ser entendida como uma grande vetorial que precisa ser observada, pois, afirmar que a força é um vetor não é o mesmo que afirmar que ela pode ser representada por um vetor, uma vez que as duas abordagens resultam em concepções de forças distintas. Assim, é preciso atenta-se às suas implicações no ensino.

Em contraposição com a “força inata”, Newton na definição IV dos *Principia newtonianos*, escreveu sobre a “a força imprimida”, sendo definida como “uma ação exercida sobre um corpo para modificar seu estado, seja de repouso, seja de movimento uniforme em linha reta” (Jammer, 2011, p. 2891). Ainda de acordo com Jammer (2011), existem três aspectos que distinguiam a força impressa da força inata, sendo eles:

1º) a força imprimida é pura ação e tem caráter transitório; 2º) ela não permanece no corpo depois que a ação é concluída; 3º) enquanto a inércia, na visão newtoniana, era uma força universal da matéria, a força imprimida podia ter origens diferentes, “provindo da percussão, da pressão ou da força centrípeta. (Jammer, 2011, p. 2891).

Para Isaac Newton, a força imprimida originava-se da força centrípeta, uma vez que esta era compreendida como sendo um elemento basilar e irreduzível, pois se

manifestava através da força imprimida quando a mesma era exercida sobre um objeto e podia ser medida através da variação do seu movimento. O entendimento newtoniano de força imprimida, isto é, de uma ação que é exercida sobre um corpo a fim de mudar o seu estado de repouso ou de movimento uniforme, ia de encontro ao seu princípio metafísico de causalidade: toda alteração necessita de uma causa, a variação do movimento era um efeito, sendo a força imprimida a responsável pela mudança.

Na definição V do *Principia*, Newton introduz o terceiro tipo de força, a força centrípeta, sendo “aquela pela qual os corpos são atraídos ou impulsionados, ou tendem de um modo qualquer, para um ponto ou para um centro.” (Jammer, 2011, p. 2909).

Vale ressaltar que a força centrípeta foi fundamental no desenvolvimento da teoria da gravitação de Newton. A força centrípeta assumia três tipologias, sendo elas do tipo, absoluta, aceleradora e motriz:

Definição VI: a quantidade absoluta de uma força centrípeta é a medida da mesma que é proporcional à eficácia da causa que a propaga, a partir do centro, pelos espaços ao redor.

Definição VII: a quantidade aceleradora de uma força centrípeta é a medida da mesma que é proporcional à velocidade que ela gera em um determinado tempo.

Definição VIII: a quantidade motriz de uma força centrípeta é a medida da mesma que é proporcional ao movimento que ele gera num determinado intervalo de tempo (Jammer, 2011, p. 2909).

A força de aceleração é a que mais está próxima da compreensão moderna, sobressaindo-se atualmente, sendo que o conceito de força exercida sobre um corpo dotado de massa é numericamente igual a aceleração. Após distinguir os tipos de força, Newton passou a falar as leis ou axiomas do movimento, sendo eles:

Lei I: Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que ele seja compelido a modificar esse estado por forças imprimidas nele. Lei II: A variação do movimento é proporcional à força motriz imprimida e ocorre na direção da linha reta em que essa força é imprimida. Lei III: Para cada ação existe sempre uma reação igual e contrária; ou então, as ações recíprocas de dois corpos, um sobre o outro, são sempre iguais e dirigidas para partes contrárias. (Jammer, 2011, p. 2928-2946).

A Primeira lei faz referência ao princípio da inércia, sendo interpretada como o “[...] uma definição qualitativa da força, ou, se considerarmos possível reconhecer a força independentemente das leis do movimento, como uma afirmação empírica que descreve o movimento dos corpos livres” (Jammer, 2011, p. 2946).

A segunda lei do movimento não estava atrelada a uma definição de força, nem se tinha a pretensão de empregar tal definição afim de afirmar um método de que pudesse ser usado para a mensuração de forças. Para Newton, a força era percebida como um conceito dado à priori, de forma intuitiva e em última análise, análogo à força muscular

humana (Jammer, 2011, p. 2970). A partir dos manuscritos Newton, fica perceptível que o mesmo manteve-se indeciso e ao mesmo tempo consciente do caráter problemático tanto de suas proposições relacionadas à natureza da força em geral quanto no que se refere as forças gravitacionais.

A respeito das duas primeiras leis do movimento, poucas são as informações que essas duas leis acrescentam ao conceito newtoniano de força. No entanto, a Terceira Lei de Newton conhecida como ação e reação traz consigo uma característica importante adicional da força, não mencionada antes: “ela se manifesta invariavelmente com caráter dual (duplo) – é ação e reação, simultaneamente” (Jammer, 2011, p. 3023).

Com relação à atração, Newton acreditou que pedia verificar a validação da terceira lei de Newton da seguinte forma: pressuponhamos que dois corpos, A e B, se atraem reciprocamente; idealizemos então, por exemplo que o corpo A atrai o corpo B com uma intensidade maior do que o corpo B atrai A; pressuponhamos também que se insira um obstáculo para impossibilitar a ocorrência do encontro entre os corpos A e B; Logo essa suposição, levaria à conclusão de que o sistema inteiro (A-obstáculo-B) iria se mover na direção de B para A, pois segundo Newton, o obstáculo, “será mais fortemente instigado pela pressão” do corpo B do que pela pressão do corpo A”; conseqüentemente não permanecerá em equilíbrio, mas se acelerará (Jammer, 2011, p. 3006).

De acordo com Jammer (2011) costuma-se dizer a definição da Terceira Lei, foi a mais importante conquista de Newton com relação aos princípios da mecânica.

Outra concepção bastante apresentada pelos alunos e que pode ser o resultado da sua vivência cotidiana, é de que a ação e a reação se anulam, citando como exemplo o fato de que um objeto, ao ser empurrado, não se move, o que contraria a Terceira Lei de Newton, já que o correto seria afirmar que as forças de ação e reação atuam em diferentes corpos, e, portanto, não se anulam. Fato corroborado com a pesquisas de Talim (1999) e Silva e Nonenmacher (2018).

A Terceira Lei de Newton define que a intensidade de cada força que compõe o par ação e reação (na interação entre o objeto) é sempre a mesma. Sendo que essas forças tendem a atuar numa mesma direção, porém em sentidos opostos. No entanto, muitos estudantes têm dificuldade em explicar o que essa lei afirma, sendo que alguns podem chegar mesmo a conceberem que, numa situação em que um indivíduo aplica uma força sobre um objeto, mas sem movê-lo, não ocorre aplicação da força igual em intensidade e em sentido contrário sobre a pessoa.

De acordo com Pozo e Crespo (2009), essas dificuldades de compreensão pelos

estudantes refere-se ao fato de que, mesmo que eles identifiquem a interação existente entre os dois corpos, os mesmos não conseguem diferenciar que o par de forças (ação e reação) são aplicados em diferentes corpos. Isso os levam a uma interpretação de que existe uma força que está sendo privilegiada em sentido do movimento. Assim, a ação sobre o corpo que se encontra em movimento será sempre maior do que a reação, ainda que na verdade sejam forças aplicadas sobre diferentes corpos.

Diante disso, os autores enfatizam a necessidade de retomar a segunda lei de Newton, mostrando que, “para uma força de mesma intensidade sendo aplicada a dois corpos, aquela de maior massa terá maior aceleração” (Setlik; Higa, 2014, p. 89). Tem-se ainda que a maioria dos estudantes manifestaram concepções espontâneas acerca da relação entre força e velocidade, sendo que pela segunda lei de Newton a relação é dada pela Força e aceleração. Fato este sendo corroborado também pela pesquisa desenvolvida por Bao, Hogg e Zollman (2002).

Assim, a Terceira Lei de Newton, mesmo que seja pequena a sua área conceitual apresentada nos livros de didáticos e sendo vista como uma simples definição para o ensino de Física, a Terceira Lei de Newton, acabou se tornando, para os estudantes, um dos assuntos mais complexos. Nesse contexto, velocidade, massa, aceleração e empurrão são conceitos utilizados para explicar os pares de forças “ação e reação” (Pimentel, 2007).

A Terceira Lei de Newton é ilustrada com bastante frequência através de situações estáticas ou interações à distância. Outra concepção espontânea dos estudantes com relação ao conceito de forças em situações do tipo estáticas, refere-se ao fato de que “forças passivas não existem”. Assim, Gilbert *et al.* (1982) e seus colaboradores identificaram que, uma das principais dificuldades manifestada pela maioria dos estudantes está na atuação de forças em corpos que não produzem movimento. Assim, as forças são facilmente reconhecidas pelos alunos em ações de contato do tipo empurrão ou puxão, ou seja, estes não possuem o reconhecimento das forças passivas, como exemplo, as ações de suporte não envolverem forças (Valadares, 1995 *apud* Hierrezuelo; Montero, 1988).

Cabe destacar que o caso mais confuso apresentado pelos docentes a respeito dos discentes refere-se a situação de dois corpos em contato, cada um puxando ou empurrando o outro, conforme demonstrado na Figura 5. Deve-se enfatizar que “(a) A ação do primeiro corpo sobre o outro, embora na mesma direção do movimento, não é maior do que a reação do segundo sobre o primeiro. (b) É inútil prever a direção do movimento para comparar forças que não são aplicadas ao mesmo corpo” (Viennot, 1979, p. 23).

Fato esse também corroborado pelas pesquisas de Viennot (1979), Minstrell e Stimpson (1986) e Moloney (1984).

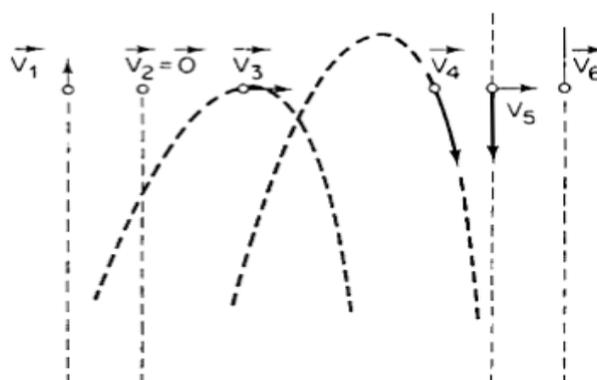
Figura (5): A força de ação (motorista) aplicada sobre o carro não é maior que a força de reação (carro) posta sobre o motorista.



Fonte: (Viennot, 1979, p. 23).

Outra concepção bastante apresentada pelos alunos refere-se ao fato de que o movimento implica em força. Este fato pode ser observado na pesquisa desenvolvida por Viennot (1979) com 311 (trezentos e onze) alunos, sendo 29 (vinte e nove) do último ano de escola secundária e os demais universitários de distintos países) sobre o raciocínio espontâneo dos mesmos em dinâmica elementar; os estudantes, ao serem questionados por Viennot (1979) sobre o seguinte problema: “Um malabarista manipula seis bolas idênticas. Num certo instante, as seis bolas estão no ar à mesma altura, seguindo as trajetórias mostradas na Figura 6 (também se mostram os vetores velocidade nesse instante). As forças que atuam nas bolas nesse instante são iguais ou diferentes? Justificar as respostas.”

Figura (6): Referente ao problema do malabarista manipulando seis bolas iguais.



Fonte: (Viennot, 1979, p. 206).

Os resultados encontrados revelam que somente 38% dos alunos do ensino secundário responderam que as forças que estavam atuando nas bolas eram iguais. Já com os estudantes universitários esta porcentagem aumentou para 50%. Assim, de acordo com o autor Viennot (1979), ficou perceptível que a maioria dos discentes

associavam a força à velocidade, persistindo assim na ideia de que se um corpo se move em determinado sentido é porque a força se encontra neste sentido.

Afim de conseguir descrever o modo de como os estudantes pensavam acerca do conceito de força, Viennot (1979) baseando-se em suas próprias investigações, ressalta que:

- Geralmente os estudantes utilizam a concepção newtoniana de força toda vez que o movimento não é diretamente perceptível, seja por experiência, seja por meio de diagramas, de maneira que tendem ainda a usarem a concepção newtoniana em situações que envolvem experimentos, no qual a força tem direção e sentido em relação do movimento ou mesmo o móvel permanecendo parado (Viennot, 1979);
- Os estudantes utilizam a concepção não-newtoniana de força em situações na qual a força é oposta à velocidade, ou mesmo que a velocidade é temporariamente nula parado (Viennot, 1979);
- A força não-newtoniana, a qual os estudantes recorrem possui o mesmo sentido do movimento, sendo proporcional à velocidade, (contrariando a aceleração, que é determinada pela lei fundamental da Mecânica newtoniana), de modo que não está corretamente localizada nem no espaço nem no tempo parado (Viennot, 1979).

Assim, é bastante comum verificar que muitos alunos possuem a concepção espontânea qual “o movimento implica força” a duas concepções ligadas a ela, e relatadas por Valadares (1995, p. 296) tendo como referência as pesquisas de Watts e Zylbersztajn (1981), Brown (1989), Gamble (1989) e Gunstone e Watts, (1989), são as seguintes:

- Um corpo com velocidade constante tem de estar atuando por uma força constante;
- Uma força cria movimento no sentido da força.

A força é uma propriedade dos corpos que depende do contexto é outra concepção espontânea bastante presente no conceito de força. Através de uma série de pesquisas David e Brown (1989) acabaram descobrindo que dos 78 (setenta e oito) estudantes do ensino médio que participaram da pesquisa consideram que a força exercida por um corpo é uma característica do próprio corpo e que depende da condição daquele. Por exemplo: quando duas bolas, uma encontrando-se em estado de movimento e a outra em repouso, colidem, a que move exerce mais força do que a outra por causa de sua condição.

Ainda de acordo com a pesquisa de David e Brown (1989) ficou perceptível que a maioria dos estudantes possuem a noção de força como sendo uma propriedade individual de objetos, e não como sendo decorrente de uma interação entre corpos. Esta

concepção foi verificada principalmente em problemas envolvendo situações estáticas. A maioria dos alunos tem a visão do conceito de força como sendo uma propriedade inata ou adquirida dos objetos, ao invés de ser o resultado de interação entre objetos, eles também têm a concepção de força como sendo propriedade de objetos.

Alguns pesquisadores, ao estudarem a maneira como os alunos compreendem as interações entre os corpos, relacionadas com a Terceira Lei de Newton, passaram a identificar as concepções espontâneas. De maneira que algumas delas podem ser assinaladas no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Concepções espontâneas entre o período de 1981 à 2019.

Autores	Concepções espontâneas
Zylbersztanj; Watts, 1981; Ure <i>et al.</i> , 1994; Valadares, 1995.	➤ A compreensão de que um corpo de grande massa, ao interagir com outro corpo de massa menor tende a exercer uma força maior.
Santos, 1991.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Facilmente antecipam que uma força gera um movimento, e tendem a desprezar a natureza mútua das forças em ação; ➤ Tendem a realizar a explicação da ação de uma força quando somente conseguem fazer a observação do movimento e a ignoram quando não conseguem fazer a sua observação.
Ure <i>et al.</i> , 1994.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Muitos estudantes não conseguem reconhecer a existência da força de reação quando um corpo de grande massa é empurrado por uma pessoa sem que o corpo de grande massa se mova; ➤ O corpo que exerce a ação, também exerce uma força maior.
Valadares, 1995; Pozo; Crespo, 2009.	➤ O movimento implica força.
Valadares, 1995; Talim, 1999; Setlik; Higa, 2014.	➤ Confusão entre velocidade e aceleração.
Valadares, 1995.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Forças passivas não existem; ➤ A força de interação depende da forma, da posição dos corpos e do fato de eles se moverem; ➤ A força é uma propriedade dos corpos que depende do contexto.

Talim, 1999.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A ausência de conhecimento em relação a presença de forças, como tensão em cordas e também as forças exercidas por superfícies em corpos postos sobre elas; ➤ A suposição da necessidade da existência de uma força na direção do movimento a fim de manter os corpos se movendo; ➤ Muitos estudantes não conseguem identificar que a força de um corpo (que está próximo a Terra) sobre a Terra, ou se a identificam, ela é menor do que a forçada Terra sobre o corpo; ➤ Muitos discentes não identificam a força do corpo sobre uma parede imóvel, mas apenas a força da parede sobre o corpo (que está em movimento) que colide com ela.
Camargo; Scalvi, 2001.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aceleração se deve à ação de uma força crescente (p. 138); ➤ Uma força não pode mover um objeto a menos que seja maior que o peso do objeto (peso não é distinto de massa) (p. 138); ➤ Uma força constante produz uma velocidade constante (p. 138).
Pimentel, 2007; Freitas, 2010.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maior massa aplica maior força (força impulsiva).
Pozo; Crespo, 2009.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A ação sobre o corpo que se encontra em movimento será sempre maior do que a reação.
Freitas, 2010; Talim, 1999.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agente mais ativo produz maior força (força constante).
Brito; Hernández, 2019.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A aceleração depende somente da força aplicada; ➤ Para um objeto A mover outro B, a força que A aplica sobre B deve ser maior do que a força que B aplica em A.

Fonte: da autora.

Valadares (1995) citando os trabalhos de (Champagne *et al.*, 1980, p. 107; Clement, 1982, p. 69; Gilbert; Watts, 1983; Sadanand; Kess, 1990, p. 530), identificou as seguintes concepções espontâneas e mais comuns apresentadas pelos alunos acerca do conceito de força,

- (1) Se um corpo se move num dado sentido, é porque está atuado por uma força nesse sentido.
- (2) Sob a ação de uma força constante, um corpo move-se com velocidade constante.
- (3) O valor da velocidade de um corpo é proporcional à intensidade da força que o atua.
- (4) A aceleração de um corpo é devida a um aumento da força que o atua.
- (5) Na ausência de força, um corpo, ou está em repouso, ou então, se está a mover-se acaba por parar.
- (6) O corpo move-se na ausência de força até parar porque armazenou uma espécie de “ímpeto” durante a atuação de uma força.
- (7) As forças que não produzem ou tendem a produzir movimentos no seu sentido não existem. É o caso da reação de uma mesa sobre um corpo que não existe porque o corpo não se move para cima.
- (8) A ação que um corpo exerce noutro e a reação que este exerce no primeiro dependem de aspectos figurativos tais como a forma e posição dos corpos, a massa dos mesmos, o seu tamanho, o estado cinético em que se encontram, etc.
- (9) A força é uma propriedade de um corpo (Valadares, 1995, p. 303).

Se tratando das concepções espontâneas dos professores acerca das Leis de Newton do movimento, em seguida será pontuada algumas delas. Hoje sabemos que as três leis básicas e formuladas por Newton referem-se à construção do conhecimento com relação aos movimentos.

1ª Lei - Todo o corpo permanece no seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja obrigado a mudar esse estado por forças imprimidas nele. **2ª Lei** - A variação de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida ao longo da linha reta na qual aquela força é imprimida. **3ª Lei** - A toda a ação opõe-se sempre uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos (Valadares, 1995, p. 392).

Em relação à interpretação de cada um dos conceitos que envolve as três leis newtonianas, percebe-se a não concordância existente nos livros didáticos de Física (Valadares, 1995; Serhane *et al.*, 2020 *apud* Warren, 1979). Tendo em vista a interpretação correta que será fundamentada a seguir, será possível referir-se às três concepções espontâneas que alguns docentes possuem a respeito dos significados que envolvem as três leis de Newton, sendo elas:

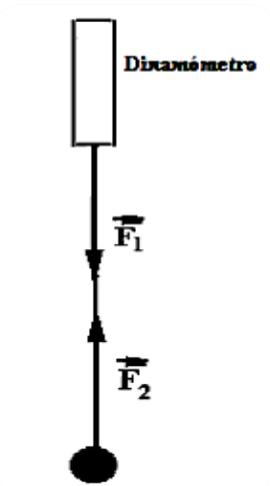
- 1º) - São definições e não leis o primeiro e o segundo enunciados de Newton;
- 2º) - O segundo enunciado é considerado um caso particular do primeiro;
- 3º) - A Terceira Lei de Newton é considerada válida para quaisquer objetos que interajam entre si (Valadares, 1995).

Essas interpretações são inaceitáveis. Se tratando especialmente da Terceira Lei de Newton que o foco desta pesquisa e que refere-se ao princípio da ação e reação, apresenta dificuldades que interferem de forma negativa para a sua compreensão quando ocorre a aplicação desta Lei ao nível de ensino (Valadares, 1995; David; Brown, 1989; Serhane *et al.*, 2020).

Ao enunciar a lei da ação e reação, Newton passou a comentá-la fazendo o uso do exemplo do cavalo que puxa uma pedra que se encontra amarrada numa corda. Ao fazer a análise deste exemplo, ele afirmava que em determinado momento a corda “puxará o cavalo na direção da pedra, tanto quanto ela puxa a pedra na direção do cavalo, e abstruirá o progresso de um tanto quanto promove o outro” (Valadares, 1995, p. 397). Esta afirmação somente será verdadeira à velocidade constante, ou se a massa da corda for desprezada.

Da mesma forma que nos princípios de Newton, nos livros textos de Física, na maioria das vezes, se vê o uso da Terceira Lei de Newton entre corpos que atuam por meio de um terceiro corpo, como mostra o exemplo a Figura 7 a seguir.

Figura (7): Exemplo do uso da Terceira Lei de Newton entre corpos que atuam por meio de um terceiro corpo.



Fonte: (Valadares, 1995, p. 398).

Considerações referentes ao problema da Figura 7 acima:

- As forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 que são realizadas em dois corpos, sendo eles, o dinamômetro e a esfera, através de um terceiro corpo, ou seja, a corda, não formam um par de ação e reação;
- À ação \vec{F}_1 realizada pela corda no dinamômetro refere-se a uma reação - \vec{F}_1 (não retratada) que o dinamômetro executa na corda para cima;
- À ação \vec{F}_2 realizada pela corda na esfera refere-se à uma reação - \vec{F}_2 (não retratada) que a esfera executa na corda com sentido para baixo;
- Em uma corda, as forças - \vec{F}_1 e - \vec{F}_2 que estão atuando nem sempre são iguais, vindo a depender da diferença da força gravitacional atuante na corda e da aceleração com que a corda se move;
- Assim, as forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 atuantes no dinamômetro e na esfera geralmente não possuem a mesma medida e por isso não podem ser consideradas um par de ação-reação.

Quando a Terceira Lei de Newton é usada em situações de não-equilíbrio, como feita por Newton, aplicando-a partícula a partícula que interagem diretamente, constitui-se uma lei que é absolutamente independente das outras duas Leis (Primeira e Segunda Lei de Newton). Já quando se aplica a Terceira Lei de Newton em situações de equilíbrio, levanta-se o problema, mas por outro lado, esse problema nem sempre aparece bem resolvido pelos autores dos livros textos de Física (Viennot, 1979; Santos, 1991; Valadares, 1995; Pimentel, 2007). Assim, em tal caso, pode ocorrer o risco de aplicá-lo

de forma indevida e de cair-se em tautologias ao utilizá-lo em situações nas quais às forças são igualmente nulas como consequência da Primeira Lei de Newton e não da sua Terceira Lei (Valadares, 1995).

Ainda de acordo com este mesmo autor, havendo concordância com McClelland (1993) em relação a interpretação que ele faz a respeito das ideias subjacentes relacionadas às leis newtonianas, então a mesma concordância não poderá ser aplicada quando McClelland (1993) pretende limitar a Terceira Lei de Newton a impulsos e a forças resultantes.

Entende-se que a intenção em aplicar de forma direta a Terceira Lei de Newton a forças resultantes é improcedente. É possível demonstrar que é incoerente a seguinte afirmação que McClelland (1993) defende para a versão atual da Terceira Lei de Newton em termos newtonianos: Toda vez que uma força resultante atua em um corpo, o outro corpo com o qual ele está interagindo é submetido a uma força resultante igual e oposta.

3.3. Trilhando caminhos para superar equívocos na Terceira Lei de Newton

Para compreender a Terceira lei de Newton, é preciso entender as forças que surgem da interação. Nesse contexto, de fato a Terceira Lei Newton sustenta a sua Primeira e Segunda Lei (David; Brown, 1989). Assim, o conceito de dinâmica influencia diretamente as demais áreas no campo da Física tanto nos livros escolares quanto nos manuais acadêmicos. Isso se deve ao fato do conceito de força ser talvez um dos assuntos mais presentes no ensino de Física, como na mecânica, na hidrologia, no eletromagnetismo, etc. Assim, forças de natureza distintas são conceitualizadas com a finalidade de explorar as diversas interações.

Diante disso, os detalhamentos mais aprofundados e as aplicações referentes a essas Leis (Leis de Newton), devem ser explorados, resultando assim, em um planejamento com uma abordagem recursiva, com um aperfeiçoamento progressivo, incluindo, visivelmente a resolução de situações-problemas com mais complexidade (Batista, 2017).

Esses procedimentos pedagógicos da introdução de ideias mais gerais e inclusivas reforçam a importância dos dois princípios básicos (reconciliação integradora e o da diferenciação progressiva) da TAS de Ausubel (2003), nos quais as ideias mais gerais de um determinado conteúdo devem ser apresentadas primeiro pelos docentes aos discentes, para que depois, possa ser progressivamente diferenciada em termos de detalhes e

especificidades.

Várias pesquisas têm revelado que, mesmo que os estudantes já tenham assistido a mais aulas de Física, a existência de concepções espontâneas ainda persiste. Essas concepções espontâneas são inerentes à vida cotidiana dos estudantes. Assim, para que os alunos tenham uma compreensão sobre os conceitos que abrangem a disciplina de Física, é necessário que os docentes estejam cientes da existência das concepções erradas trazidas pelos alunos para o ambiente escolar, e por mais que seja difícil a superação dessas concepções por parte deles, o professor deve continuar trabalhando em busca da superação dessas concepções espontâneas (Serhane *et al.*, 2020).

Assim, de acordo com o autor citado, é necessário que os professores identifiquem as concepções espontâneas dos estudantes antes de dar início ao ensino formal, buscando que essas concepções, após o processo formal de ensino e aprendizagem possam contribuir para a formação de conceitos científicos adequados e com mais significados.

De acordo com Halim *et al.* (2009), se tratando do ensino de Física, se a grande intenção do docente for propor aos alunos uma AS, é necessário começar explorando as dificuldades e os equívocos deles antes de dar início ao ensino formal dos conteúdos que abrange a disciplina de Física.

Não é somente os discentes que não possuem um entendimento completo quando se trata do conceito de força, mas também os físicos profissionais. Em situações do tipo simétricas (objetos em interação possuem massas iguais), a Terceira Lei de Newton causa poucas dificuldades, já em situações muito assimétricas os estudantes chegam a afirmar com certa frequência que duas forças que se encontram em interação são iguais, afirmando que o corpo maciço aplica maior força. Estas situações não estão ligadas ao fato de que os estudantes não possuem uma compreensão da Terceira Lei de Newton ou não se lembrem da sua formulação matemática $F_{\rightarrow A/B} = -F_{\rightarrow B/A}$ eles simplesmente não confiam nisso (Serhane *et al.*, 2020).

Também, as pessoas costumam admitir terem dificuldades em acreditar que a Terceira Lei de Newton é verdadeira em todas as situações em que ela é utilizada. No entanto, a Terceira Lei de Newton é fundamental, sendo definida em sua essência que: uma força sempre envolve uma interação entre dois corpos (David; Brown, 1989).

Dessa forma, é preciso afirmar a necessidade da verbalização de ideias como parte importante do desenvolvimento do raciocínio dos estudantes. O aluno não pode deixar de utilizar os termos abstratos que compõem a Física, como “força”, mas, ao invés disso, investir numa linguagem cotidiana (empurrar, puxar etc.), sendo que é muito mais natural

a descrição do mundo real utilizando a linguagem da Física (Serhane *et al.*, 2020).

Assim, conscientes de que a linguagem desempenha um papel muito importante no processo de crescimento conceitual, é de grande importância que os docentes utilizem e incentivem os estudantes a fazerem uso de termos físicos como força, entre outros ao explicarem situações reais que tenham envolvimento com a Terceira Lei de Newton, tornando a explicação mais precisa, podendo até mesmo levar a um melhor entendimento desta Lei e de alguma aplicação em situações reais. Nesse sentido, é preciso enfatizar que os livros didáticos ainda utilizam a formulação antiga da Terceira Lei de Newton em termos de ação/reação em vez de força (Zylbersztajn, 1983; Serhane *et al.*, 2020; Oliveira, 2021).

Dessa forma, é importante a existência de oportunidades para que os alunos possam, através da utilização da linguagem, dominarem e reestruturarem as suas concepções. Os chamados “professores de interpretação” são aqueles que consideram a linguagem muito mais do que um instrumento de construção e comunicação do sentido, mas também a maneira pela qual o ser humano pensa, constrói e interpreta, de modo que o conhecimento também é reformulado pelo indivíduo (Zylbersztajn, 1983).

De acordo com Ure *et al.* (1994), os problemas referentes ao princípio da ação e reação, devem ser baseados em situações qualitativas e não quantitativas, pois somente a resolução de equações matemáticas, por sua vez, não revelam o conhecimento real que os estudantes possuem sobre um fenômeno físico. Assim, quando for apresentado aos estudantes problemas físicos, a situação como um todo não deve ser considerada, como tem sido feito até o momento.

E os resultados obtidos na pesquisa desenvolvida por Ure *et al.* (1994), revelam que as concepções espontâneas desenvolvidas pelos estudantes são sem dúvida mantidas por eles, mesmo que consigam ter a aprovação em vários cursos de Física. Claramente, não se trata somente em dizer que é fundamental ter em conta as concepções prévias dos estudantes, o problema, a nível pedagógico, é o de saber fazê-lo.

Ainda de acordo com Ure *et al.* (1994), é preciso primeiramente observar a maneira como a Física é ensinada em salas de aula. Se a abordagem do professor conduz a uma afirmação do tipo “o estudante será capaz de calcular a força aplicada, uma vez que já conhece a massa do objeto e a aceleração”, então toda a pesquisa educacional será em vão; mas se for possível chegar a uma afirmação menos rigorosa do tipo “os alunos terão condições de reconstruir o que acontece no movimento dos objetos em termos de um processo no qual se aplicam os conceitos de massa, força e aceleração”, então será

possível ir adiante a ponto de reconhecer que a reconstrução dos fenômenos naturais a níveis de processos constitui-se numa atividade intelectual capaz de ser inferida a partir do que o estudante faz e diz (Ure *et al.*, 1994).

Ao tentar levar os estudantes, a uma mudança conceitual, isto é, a uma transição de ideias que são intuitivas e que não são aceitas na esfera científica, para aquelas que são cientificamente aceitas, o professor deve estar preparado para lidar com os aspectos que envolvem o raciocínio e as experiências relacionadas às concepções espontâneas resistentes que estão presentes nos alunos (Viennot, 1979; Clement, 1982; David; Brown, 1989).

Nesse sentido, não se pode afirmar que a evidência experimental a respeito de uma ideia pessoal relacionada a algum fenômeno esteja errada para em seguida ofertar uma nova ideia. Salvo se o caminho do raciocínio em direção a nova ideia seja mostrado, do contrário não poderá haver mudança conceitual. Também é perceptível que os estudantes possuem dificuldades e dúvidas em aceitar uma nova ideia até conseguirem perceber onde o raciocínio deles errou. Um exemplo disso é a Terceira Lei de Newton, em que as dificuldades apresentadas pelos estudantes relacionada à mecânica são bem exploradas e documentadas por vários pesquisadores (Viennot, 1979; Clement, 1982; David; Brown, 1989). De fato, é notório que não apenas os estudantes se preocupam com as dificuldades da Terceira Lei de Newton, mas também os próprios docentes e até mesmo os físicos profissionais, que também enfrentam alguns problemas.

Assim, torna-se necessário que o docente perceba o nível de raciocínio dos estudantes, tendo em vista que cada um deles possui um diferente nível de raciocínio, verificando assim se o aluno chegou a atingir um nível de raciocínio com um pensamento formal ou se ele ainda se encontra em um pensamento concreto, antes de iniciar um planejamento com estratégias de intervenção. Assim, o professor poderá ser capaz de construir planejamentos com estratégias de intervenção em busca de tentar auxiliar os estudantes a saírem do seu nível de pensamento concreto para o formal, o que por sua vez permitirá que eles passem a ter uma melhor compreensão do conceito abstrato de força (Serhane *et al.*, 2020).

Outro caminho indicado pela literatura é o docente fazer a utilização da aprendizagem ativa, desafiando assim o pensamento dos estudantes e buscar o aprimoramento do seu entendimento com relação ao conceito de força (Sujariththam; Tanamatayarat, 2019).

E uma das vantagens que poderia ser extraída através do trabalho em laboratório

seria a conscientização dos alunos em relação às suas próprias ideias e as de seus colegas, facilitando também a mudança de conceitos e a consolidação dos mesmos. No entanto, o simples contato com instrumentos experimentais não é o suficiente, sendo que o mais importante é a estimulação de discussões em relação às previsões e conclusões sejam encorajadas antes e depois o “experimento”, de maneira que a leitura de materiais que exijam a participação em grupo seja estimulada e que um relato criativo a respeito das atividades possa ser valorizado (Zylbersztajn, 1983).

Em sala de aula, tão importante quando a apresentação de exemplos de Física relacionados ao cotidiano pelos docentes aos discentes, seria o direcionamento de um trabalho inicial tendo por objetivo levar os estudantes a uma possível reflexão com relações as concepções espontâneas, já que para a maioria dos discentes, essas concepções espontâneas se encontram presentes em um nível consciente totalmente explícito.

Portanto, para causar um desequilíbrio cognitivo, é necessário levar o estudante a fazer a formulação de sua concepção em relação a um fenômeno, levando-os a prever o que poderia acontecer em diferentes situações para então colocar o estudante em uma determinada situação que seja contrária às suas hipóteses. Deste modo, os alunos poderão tomar consciência em relação as diferenças existentes entre as previsões que podem observar ou que fazem, criando-se assim uma ponte de questionamento e discussões em relação às concepções iniciais. Assim, nesse exato momento, o docente poderá propor aos alunos uma nova concepção que possivelmente banirá a concepção espontâneas do fenômeno em discussão (Ure *et al.*, 1994).

4. Buscando pistas e percursos para traçar um destino a ser percorrido: Uma revisão bibliográfica

Buscando compreender melhor como a Terceira Lei de Newton está sendo trabalhada nas pesquisas, pesquisamos na literatura trabalhos que tratassem desta Lei para o processo de aprendizagem no ensino de Física. Para isto foi realizada uma revisão bibliográfica da literatura na plataforma *Google Acadêmico*.

Segundo Gil (2008) a pesquisa bibliográfica dá-se por meio do levantamento de um material que já se foi elaborado e publicado. Assim, neste tipo de pesquisa ocorre a procura de “referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura resposta” (Fonseca, 2002, p. 31-32). Ainda de acordo com Fonseca (2002), toda e qualquer pesquisa científica

se inicia com a pesquisa bibliográfica, cuja finalidade é levar o pesquisador a obtenção de conhecimentos iniciais com relação ao assunto de interesse do tema de pesquisa.

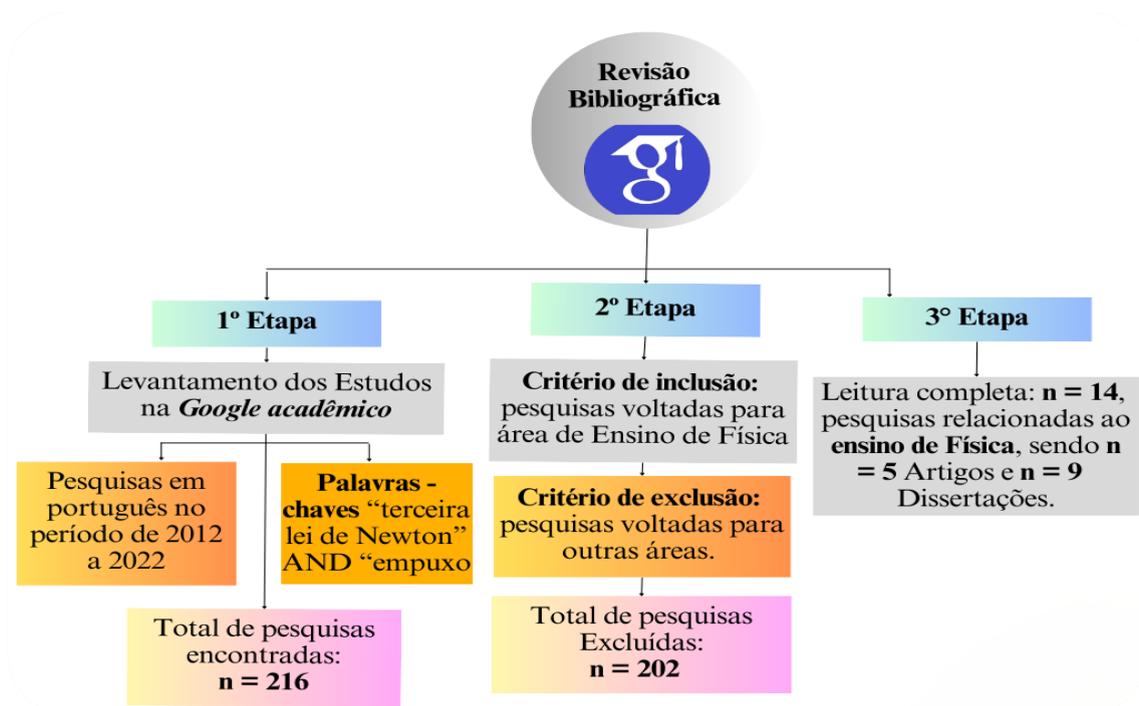
A coleta de dados dessa pesquisa envolvendo a revisão bibliográfica ocorreu diretamente na base de dados do *Google acadêmico* em pesquisas em português no período de 2012 a 2022, totalizando 10 (dez) anos de busca de discussões a respeito da Terceira Lei de Newton e a sua relação com o Empuxo. Os artigos e dissertações correspondentes a área de ensino de Física, cuja a finalidade foi fazer o levantamento de pesquisas voltadas para essa área, foram selecionados por meio das palavras chaves “terceira lei de Newton” AND “empuxo”.

Ao fazer a busca dos documentos na base de dados da plataforma *Google Acadêmico* por meio das palavras chaves: “terceira lei de Newton” AND “empuxo” foi encontrado um total de 216 documentos.

Para a seleção das pesquisas seguiu-se com a leitura dos títulos, palavras chaves e resumos dos artigos e dissertações para verificar se tratavam de pesquisas voltadas para o Ensino de Física. As pesquisas voltadas para outras áreas como por exemplo: Química, matemática, engenharia dentre outras foram excluídas desta revisão bibliográfica, permanecendo apenas artigos e dissertações de Física.

Após a exclusão de artigos e dissertação direcionados para outras áreas conforme citado, para essa revisão bibliográfica seguiram para a análise um total de 14 (quatorze) pesquisas relacionadas ao ensino de Física, sendo 5 (cinco) Artigos e 9 (nove) Dissertações. O esquema ilustrado na Figura 8 traz de forma detalhada a descrição a descrição geral sobre as etapas para a seleção das pesquisas que seguiram para análise desta revisão bibliográfica.

Figura (8): Etapas para a seleção das pesquisas.



Fonte: da autora.

Após essa seleção, foi verificado que as pesquisas que seguiram para a análise estavam compreendidas entre o período de 2015 a 2022. (Ver Tabela 1).

Tabela 1: Artigos e dissertações selecionados para análise.

Tipo de documento	Título	Total
Artigos	O que a balança indicara?	05
	Minifoguete a propelente sólido: aspectos teóricos e propostas experimentais para o ensino de física.	
	Estratégias para avaliação no ensino de física: uma experiência por intermédio de um vídeo.	
	Ensinando conceitos de Física através de inconsistências em cenas expostas nos desenhos animados.	
	Utilizando uma balança digital de baixo custo como densímetro e sua aplicação a sólidos e líquidos.	
	O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica.	09
O uso do episódio histórico de Arquimedes como fator motivador nas aulas de mecânica dos fluidos.		
Sequência didática para aprendizagem ativa das Leis de Newton.		
Elaboração e avaliação de um material instrucional baseado na teoria da aprendizagem significativa para o ensino das Leis de Newton e tópicos de cinemática no ensino médio.		

Dissertações	Leis de Newton: Uma sequência didática para o ensino médio fundamentada na teoria da aprendizagem significativa.
	Lançamento de foguetes como uma ferramenta pedagógica para Ensino de Física.
	A questão étnico-racial e de gênero no ensino de Física: o cinema como organizador sequencial.
	Lançamento de foguetes pet no contexto do ensino médio: um convite para o aprendizado da composição de movimentos e da terceira lei de Newton.
	Impactos na motivação e na aprendizagem dos alunos em aulas remotas ao aprenderem sobre minifoguetes por meio de uma metodologia ativa.
Total	
14	

Fonte: da autora.

Os artigos e dissertações apresentados na Tabela 1, foram discutidos separadamente, a seguir encontra-se a discussão e a análise das pesquisas.

4.1. Análise das dissertações

Nas dissertações selecionadas para essa pesquisa realizou-se a leitura na íntegra, buscando extrair o máximo de informações afim de responder as perguntas expostas na introdução e que se cumprisse o objetivo proposto nesta pesquisa. Assim, foi feita a análise de pesquisas que discutiam a Terceira Lei de Newton com relação ao Empuxo. E através desta análise verificou-se que a maioria das pesquisas trabalharam a Terceira Lei de Newton e a relação desta lei com o Empuxo em turmas do primeiro ano do Ensino Médio (Silva, 2015; Menezes, 2016; Pereira, 2016; Silva; 2018; Oliveira; 2021; Souza, 2021).

Também foi verificado o tipo de escola onde ocorreram as aplicações das pesquisas. Os resultados revelam que a maioria das pesquisas que seguiram para análise tiveram suas aplicações em escolas da rede pública (Souza, 2015; Menezes, 2016; Pereira, 2016; Silva, 2018; Oliveira, 2019; Souza, 2021; Oliveira, 2021; Nunes, 2021). Uma possível explicação pra isto seria o fato das escolas públicas serem espaços mais aberto para a realização de pesquisas em cooperação com as universidades. Somente a pesquisa de Silva (2015) teve sua aplicação em escolas da rede pública e privada.

Outro ponto analisado nas pesquisas está relacionado às fundamentações teóricas adotadas pelos autores em suas pesquisas. Os resultados mostram que a maioria dos autores fundamentaram seus estudos tendo como base a TAS de David Ausubel

(Silva, 2015; Pereira, 2016; Silva, 2018; Oliveira, 2021; Souza, 2021; Nunes, 2021). Uma possível explicação para esse resultado seria o fato dela ser uma teoria que tem como um de seus principais estudiosos e defensor o, Marco Antônio Moreira que possui formação na área de Física.

Desses 6 (seis) trabalhos citados, somente a pesquisa desenvolvida por Pereira (2016) trabalhou com os alunos os conteúdos da sua sequência didática dentro do caminho proposto por Ausubel, ou seja, da reconciliação integrativa. As demais pesquisas focam na importância da interação dos conhecimentos prévios que os alunos já possuem com o novo conhecimento, sendo essa interação um fator crucial para a ocorrência da AS. Dentro desta perspectiva teórica, os conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo podem ser um fator de grande relevância para o ensino, tendo em vista que tais conhecimentos podem servir de base para a nova informação, podendo facilitar a compreensão dos discentes com relação aos fenômenos físicos (Moreira, 2014).

Com relação as 3 (três) pesquisas restantes, os autores utilizaram em seus trabalhos mais de um referencial teórico. A pesquisa de Souza (2015) adotou em seus estudos a TAS e os Modelos Mentais de Jonhson-Laird. Já o trabalho de Menezes (2016) baseou-se na Aprendizagem Ativa e o Modelos Mentais, e o de Oliveira (2019) trouxe em sua fundamentação diversos referenciais teóricos.

Outro ponto investigado e analisado nas dissertações foi a respeito de como os autores trabalharam com os estudantes a Terceira Lei de Newton e a relação desta lei com empuxo. Os autores das dissertações analisadas trabalharam com os alunos a Terceira Lei de Newton por meio do uso de estratégias diversas tal como: atividades experimentais, simulações computacionais, situações relacionadas ao cotidiano, o *quizz*, jogos digitais, gincanas, mapas conceituais e etc.

Citando como exemplo a pesquisa desenvolvida por Souza (2015) envolvendo o uso de jogos educacionais, atividades experimentais e simulações computacionais utilizando o software Modellus trabalhou com os alunos do 2º ano do ensino médio os conceitos físicos referentes a leis de Newton e o empuxo envolvidos no voo de aviões. Com relação à verificação da Terceira Lei Newton, que faz referência ao princípio da ação e reação e a comprovação do efeito de Bernoulli, ambas foram verificadas pelos discentes por meio de atividades experimentais construídas com materiais de baixo custo. Já o empuxo (turbina) foi discutido com os estudantes através duas simulações de voos, sendo uma de avião normal e a outra por meio de um aviãozinho feito de papel utilizando o software de ensino Modellus.

De acordo com os resultados obtidos pela autora em relação à questão que envolve a Terceira Lei de Newton, que tinha como finalidade avaliar a interpretação dos alunos com relação as forças vetoriais no exato momento em que dois bonecos de tamanhos diferentes se empurram, ficou perceptível que a grande parte dos estudantes analisou a intensidade da força comparando-a com o tamanho do bonequinho, o mais alto implica em uma força maior e o mais baixo em uma força menor (Souza, 2015, p. 66). Tem-se ainda que os discentes manifestaram confusão na interpretação da Terceira Lei de Newton, esquecendo que a mesma pode ser aplicada em dois corpos diferentes. Eles também apresentaram dificuldades para identificar a força de ação e reação presente no lançamento do foguete, os mesmos já tinham conhecimento a respeito do conceito da Terceira Lei de Newton, mas confundiram com corpos iguais e diferentes, interpretando que para o foguete subir ele precisaria de uma força maior para cima do que a força exercida para baixo. Os alunos também apresentaram bastantes dificuldades em questões envolvendo os conceitos de hidrostática.

De acordo com Souza (2015), o uso de jogos educacionais, atividades experimentais e o software, contribuíram para uma melhor assimilação dos conceitos físicos e superações de concepções espontâneas por parte dos alunos, aumentando o interesse em aprender física, o que resultou em indícios de uma AS dos conteúdos discutidos.

O trabalho de Pereira (2016) traz o relato da aplicação de um material instrucional baseado na TAS envolvendo o uso de gifs, gincanas, atividades experimentais e mapas conceituais para trabalhar com os alunos do primeiro ano do ensino tópicos de Cinemática e das Leis de Newton para o movimento. A sequência de discussão dos conteúdos pelo autor foi baseada nos dois princípios na TAS, sendo eles: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora buscando-se também pela negociação de significados. Com relação a Terceira Lei de Newton, a mesma foi discutida com os alunos por meio das atividades experimentais, como o lançamento de foguete, o cabo de guerra, e o uso de skate intitulada de “quem vai mais longe?”.

De acordo com os resultados apresentados pelo autor, os alunos apresentaram dificuldades para explicar a Terceira Lei de Newton relacionada ao movimento e aplicada em situações cotidianas. Tem-se ainda que eles apresentaram dificuldades em conceituar velocidade e aceleração, apesar de saberem efetuar os cálculos dos mesmos, eles também manifestaram dificuldades com relação aos conceitos de movimento, força, e inércia.

Segundo o autor, o uso de atividades experimentais proporcionaram aos

estudantes a percepção de semelhanças e diferenças entre os novos conteúdos com os já trabalhados em aulas anteriores, integrando assim significados de modo a promover o processo da reconciliação integradora. Os alunos conseguiram fazer associações corretas dos fenômenos estudados com situações do seu dia a dia, demonstrando pré-disposição para aprender os conteúdos. Durante as discussões e as associações feitas pelos discentes, foi possível verificar traços dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, na qual os próprios estudantes buscavam novas situações para fazer comparação, tentarem entender e explicar os fenômenos discutidos, fato este que levavam os mesmo a associarem os novos conhecimentos a serem aprendidos com os que já haviam sendo discutidos. E as situações cotidianas relacionadas aos conceitos físicos proporcionaram aos alunos uma participação efetiva nas aulas e uma melhor assimilação sobre o conceito de ação e reação (Pereira, 2016).

Silva (2018) traz o relato de uma sequência didática estruturada em 11 (onze) encontros e fundamentada na TAS envolvendo o uso de Vídeos, atividades experimentais, jogos, situações do dia a dia e textos para trabalhar as leis de Newton com os alunos do 1º ano do ensino médio. O autor, por meio de textos, expõe a presença das forças em diversas situações cotidianas, a saber, a força gravitacional, a força de empuxo hidrostático, a força de atrito, a força de empuxo dinâmico presente nas asas dos pássaros e aviões. Com relação a Terceira lei de Newton, de acordo com o autor, a maioria dos alunos manifestaram dificuldades na interpretação e compreensão de problemas envolvendo situações cotidiana. Eles não conseguiram compreender que o princípio da ação e reação ocorre entre dois corpos diferentes. Segundo o autor, os resultados dos estudos apontam que a sequência didática contribuiu em indícios de captação de significados e sua melhor compreensão dos conceitos relacionados a leis Newton, na qual grande parte dos discentes conseguiram estabelecer as diferenças e as semelhanças existentes nas forças de ação e reação.

Já a pesquisa de Oliveira (2021) traz o relato de uma sequência didática direcionada ao lançamento de foguetes PET propulsionados por ar comprimidos e água, com a participação dos alunos em todas as etapas, desde a construção do foguete até o seu lançamento. A sequência didática envolvendo o uso de recursos computacionais, como aulas remotas, simuladores de lançamentos, editores de vídeo e atividade experimental foi desenvolvida em classe eletiva e contou com a participação de 21 alunos de três turmas do Ensino Médio (1º, 2º e 3º ano). O autor trabalhou com os alunos por meio de uma simulação computacional da *Phet Colorado* (movimento de projétil) e uma atividade

experimental, o “Lançamento do foguete”, a fim de discutir questões relacionadas a Terceira Lei de Newton e o Movimento Oblíquo.

Em grupo, os alunos ficaram responsáveis pela construção do seu próprio foguete, em que para a sua montagem foram disponibilizados kit, roteiros de instruções e vídeos explicativos, etc. Durante a prática experimental, referente ao lançamento do foguete, cada grupo de alunos coletou dados que os oportunizaram a fazerem cálculos relacionados a velocidade de lançamento do foguete, a altura máxima atingida pela velocidade de ejeção do propelente e do empuxo do foguete. Após a realização dos cálculos, os grupos fizeram a comparação dos dados obtidos na prática experimental com os dados encontrados na simulação computacional do *Phet*.

A prática experimental também possibilitou aos estudantes calcular a força de empuxo do foguete, através da fórmula matemática desenvolvida por Konstantin Tsiolkovsky, conhecida como a primeira equação do foguete e que, por meio da qual, é possível calcular a força de empuxo que empurra o foguete para cima, que é uma força de reação originária da Terceira Lei de Newton. Antes de apresentar para os alunos a equação do foguete de Tsiolkovsky, foi discutido com os mesmos a Terceira Lei de Newton.

De acordo com os resultados apresentados pelo autor, a sequência didática com o uso de simulação computacional e atividade experimental proporcionou aos alunos uma melhor assimilação dos conteúdos e uma participação ativa dos estudantes nas aulas, o que contribuiu para a construção de conhecimentos (Oliveira, 2021).

4.2. Análise dos artigos

Nos 5 (cinco) artigos selecionados para essa pesquisa também foi feita a leitura na íntegra, procurando extrair o máximo de informações a fim de responder as perguntas expostas na introdução e que se cumprisse o objetivo proposto nesta pesquisa. Das 5 (cinco) pesquisas analisadas, 2 (duas) foram aplicadas (Oliveira *et al.*, 2020; Bezerra; Lima, 2021) e os (três) trabalhos restantes trazem propostas experimentais com uso de materiais de baixo custo a fim de trabalhar com os alunos do Ensino Médio a relação de Empuxo e a Terceira Lei de Newton (Florczak; Lenz, 2016; Alves *et al.*, 2020; Silva; Fonseca, 2021).

Com relação as 2 (duas) pesquisas que tiveram aplicações, as mesmas foram desenvolvidas em uma turma do 3º ano do Ensino médio (Bezerra; Lima, 2021) e outra pesquisa com os alunos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) (Oliveira *et al.*, 2020). A pesquisa dos autores Bezerra e Lima (2021) foi

desenvolvida em uma escola da rede particular e a pesquisa de Oliveira *et al.* (2020) não informou esse dado.

Após feita a análise ficou perceptível que, dos 5 (cinco) trabalhos analisados, 3 (três) abordaram somente a parte da Física referente ao experimento (Florczak; Lenz, 2016; Alves *et al.*, 2020; Silva; Fonseca, 2021).

Com relação as duas pesquisas restantes, Oliveira *et al.* (2021) não apresentam uma fundamentação teórica específica e a pesquisa desenvolvida por Bezerra e Lima (2021) traz a importância do uso de mídias para o ensino.

Citando como exemplo a pesquisa desenvolvida por Florczak e Lenz (2016) apresentam a proposta de uma atividade experimental utilizando balança de comparação, dois recipientes de 200 mL transparente, tripé, haste, corpo de prova, barbante e massas previamente aferidas para trabalhar com os alunos do Ensino Médio os conceitos de empuxo, princípio de Arquimedes e a Terceira Lei de Newton. A atividade proposta deve estimular nos estudantes a análise e a investigação do conjunto de forças que atuam sobre um corpo ao ser mergulhado dentro de um recipiente contendo água, sem tocar o fundo do mesmo. O que torna possível discutir com os alunos a força de empuxo e a sua relação com Terceira Lei de Newton, pois o “empuxo é a força que age sobre o corpo”, logo, é possível mostrar ao aluno “que é a reação ao empuxo que age sobre o líquido e que por pares de ação e reação é transmitido ao fundo da balança provocando o desequilíbrio” (Florczak; Lenz, 2016, p. 50-51).

Oliveira *et al.* (2020) trabalhou com os alunos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) os conteúdos de força, impulso, pressão, densidade e momento linear por meio de uma cena do filme *Seven Chances* envolvendo uma situação cotidiana. A cena do filme escolhida pelos autores para trabalhar com os discentes foi o momento em que o personagem empurra um barco presente à margem de uma lagoa, que ganha movimento e em seguida ele pula no mesmo.

De acordo os resultados obtidos pelos autores no questionário, pode-se perceber que a maioria dos alunos demonstraram dificuldades em relacionar a situação apresentada na cena do filme com as leis de Newton, bem como com os conceitos de impulso e momento linear, cometendo equívocos nesses conceitos. Outra dificuldade manifestada pelos estudantes está relacionada à identificação dos diferentes tipos de força (peso, empuxo, atrito e etc.) que atuavam sobre um corpo. Outro ponto perceptível foi que a maioria dos estudantes conseguiram associar a Terceira Lei de Newton à situação que envolve a necessidade do uso do remo pelo personagem para aumentar a velocidade do

barco. Foi perceptível que os alunos também apresentaram noções do conceito de pressão e torque.

Os autores indicam que as atividades que envolvem o uso de vídeos podem ser uma estratégia que venha possibilitar uma melhor aprendizagem dos alunos com relação aos conteúdos de Física, além de contribuir para a superação de concepções espontâneas dos estudantes (Oliveira *et al.*, 2020).

Já a pesquisa de Bezerra e Lima (2021) trabalhou com 5 (cinco) professores de Física e 4 (quatro) alunos do 3º ano do Ensino Médio, utilizando temas que envolvem a Terceira Lei de Newton e a força elástica, densidade e a força de empuxo, por meio recursos audiovisuais, através de uma sequência de ensino envolvendo o uso de cenas de desenhos animados. De acordo com os autores, os desenhos animados serviram de auxílio para os alunos visualizarem conceitos abstratos da Física em situações reais do seu cotidiano, o que contribuiu para o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes, em suas reflexões e na capacidade de reconhecer a Física no seu dia a dia. Os autores ainda enfatizam que os desenhos animados podem ser uma alternativa didática para aprender e ensinar Física de forma mais significativa e contextualizada, além de possibilitar aos estudantes o desenvolvimento de competências e habilidades.

5. Alongando a Caminhada: Dialogando com os livros didáticos

Conforme afirma Prado (2016), o material didático (livro) é uma ferramenta de ensino utilizada há vários anos, sendo responsável por contribuir para o desenvolvimento das aulas do docente e servindo de reforço na aprendizagem dentro e fora da sala de aula. Assim, é importante que os materiais didáticos (livros) sejam avaliados, afim de assegurar a qualidade do ensino conforme enfatiza os autores Freitas e Neto (2019).

Dessa forma, os materiais didáticos (livros) precisam passar por processo avaliativo criterioso, dando garantias de que o livro didático se torne uma ferramenta sólida para todos os professores (Freitas; Neto, 2019, p. 176).

O material didático (livro) pode ser considerado um instrumento decisivo no auxílio da qualidade da aprendizagem em salas de aula. Logo, é necessário cuidado na seleção e utilização de algum livro didático de Física no ambiente escolar (Freitas; Neto, 2019), o que justifica a importância do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) cujo objetivo é a avaliação das obras didáticas. Sendo que essa avaliação é feita por meio de critérios de eliminação comum a todas as áreas e critérios de eliminação específicos

para cada área e componente curricular (PNLD, 2018, p. 18).

Diante disso, a partir do nosso objeto de pesquisa, acreditamos a necessidade de se questionar se os livros didáticos buscam fazer a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora entre os conteúdos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo (Princípio de Arquimedes). Assim, a finalidade desta seção foi investigar, a partir de uma análise documental em livros didáticos de ciências aprovados na PNLD no ano de 2021, se é realizada a reconciliação integradora entre o conceito de Empuxo no Princípio de Arquimedes a partir da Terceira Lei de Newton.

O desenvolvimento desse estudo correu através de duas etapas: na primeira etapa, inicialmente, foi realizada a seleção do *corpus* desta pesquisa, para isso realizamos a leitura dos sumários dos livros didáticos (manual do professor) aprovados na (PNLD) no ano de 2021, a fim de verificar se eles tratavam de obras que abordavam os conteúdos da Terceira Lei de Newton e o Princípio de Arquimedes. Após esse estudo restaram para análise um total de 12 (doze) obras, conforme exposto no Quadro 2. Os livros que seguiram para análise foram identificados através da seguinte codificação: L1, L2, L3, L4, L5, L6,..., L12.

Quadro (2): Referências dos livros que seguiram para análise e seus respectivos códigos de identificação.

Código de identificação	Referência
L1	AMABIS, <i>et al.</i> (2020). Moderna plus: ciências da natureza e suas tecnologias: manual do professor. O conhecimento científico. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.
L2	AMABIS, <i>et al.</i> (2020). Moderna plus: ciências da natureza e suas tecnologias: manual do professor. Água e Vida. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.
L3	FUKUI, <i>et al.</i> (2020). Ser protagonista: ciências da natureza e suas tecnologias: evolução, tempo e espaço: ensino médio. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.
L4	FUKUI, <i>et al.</i> (2020). Ser protagonista: ciências da natureza e suas tecnologias: composição e estrutura dos corpos: ensino médio. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2020.
L5	GODOY, L. P; AGNOLO, R. M. D; MELO, W. C. Multiversos: ciências da natureza: movimentos e equilíbrios na natureza: ensino médio. 1. ed. São Paulo: Editora FTD, 2020.
L6	LOPES, S; ROSSO, S. Ciências da natureza: Lopes & Rosso: manual do professor. Evolução e Universo. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.

L7	LOPES, S; ROSSO, S. Ciências da natureza: Lopes & Rosso: manual do professor. Água, Agricultura e Uso da Terra. Editora responsável Maíra Rosa Carnevalle. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.
L8	MORTIMER <i>et al.</i> (2020). Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: Materiais, luz e som: modelos e propriedades. 1.ed. São Paulo: Scipione, 2020.
L9	MORTIMER <i>et al.</i> (2020). Matéria: energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: origens: o Universo, a Terra e a vida. 1.ed. São Paulo: Scipione, 2020.
L10	SANTOS, K. C. Diálogo: ciências da natureza e suas tecnologias: manual do professor. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.
L11	THOMPSON, <i>et. al</i> (2020). Conexões: ciências da natureza e suas tecnologias: manual do professor. Terra e Equilíbrio. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.
L12	THOMPSON, <i>et. al</i> (2020). Conexões: ciências da natureza e suas tecnologias: manual do professor. Saúde e Tecnologia. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.

Fonte: da autora.

Já na segunda etapa foi realizada a leitura criteriosa dos capítulos dos livros assinalados acima. A análise dos livros ocorreu de forma descritiva. Os livros foram categorizados nos seguintes dados gerais: organização da exposição do conteúdo, importantes elucidaciones apresentadas pelos autores de acordo com Pimentel (2007) e os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integradora fundamentadas na TAS de David Ausubel (2003).

A análise dos livros selecionados ocorreu por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) segundo Moraes e Galiazzi (2007), sendo um procedimento de análise, que se constitui em três passos, sendo eles: *unitarização, categorização e comunicação*.

A seleção dos livros ocorreu de acordo com a etapa 1 (um) conforme já assinalado, restando para análise um total de 12 (doze) livros. (Ver Tabela 2).

Tabela 2: Livros Didáticos de Física que foram para análise.

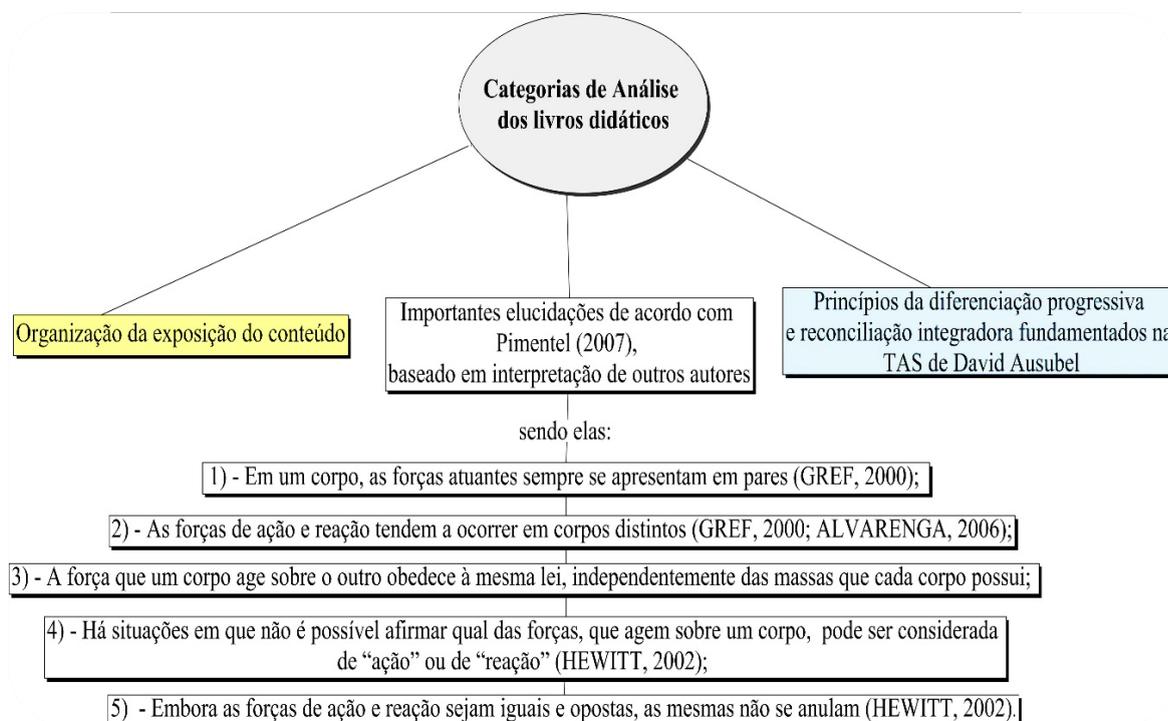
Editadora	Autores/ Código de identificação/ Capítulo/ Conteúdo Analisado
Moderna	Amabis <i>et al.</i> , 2020 / L1/ Cap. 12/ Terceira Lei de Newton
	Amabis <i>et al.</i> , 2020 / L2/Cap. 8 / Empuxo: Princípio de Arquimedes
	Lopes; Rosso (2020) / L6/ Cap. 5 / Terceira Lei de Newton
	Lopes; Rosso (2020)/L7/ Cap. 6/ Empuxo: Princípio de Arquimedes
	Santos (2020) / L10/ Cap. 1/ Terceira Lei de Newton
	Thompson <i>et al.</i> 2020 / L11/ Cap. 1/ Terceira Lei de Newton
SM	Thompson <i>et al.</i> 2020 /L12 Cap. 2/ Empuxo: Princípio de Arquimedes
	Fukui, <i>et. al.</i> , 2020 / L3/Cap. 2/ Terceira Lei de Newton

	Fukui, <i>et al.</i> , 2020 /L4/ Cap. 1/ Empuxo: Princípio de Arquimedes
Scipione	Mortimer, <i>et al.</i> , 2020 / L8/ Cap. 1/ Terceira Lei de Newton Mortimer, <i>et al.</i> , 2020 / L9/Cap. 2/ / Empuxo: Princípio de Arquimedes
FDT	Godoy; Agnolo; Melo (2020) /L5/ Cap.2/ Terceira Lei de Newton

Fonte: própria autora.

A análise dos livros exposto na Tabela 2 ocorreu mediante as categorias apresentadas no esquema da Figura 9, sendo elas: Organização da exposição do conteúdo, as cinco importantes elucidações para a compreensão da Terceira Lei de Newton de acordo com Pimentel (2007), baseado em interpretações de outros autores, e os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integradora fundamentados na TAS de David Ausubel.

Figura (9): Categorias de análises dos livros didáticos



Fonte: da autora.

5.1. Análise geral da abordagem do conteúdo da Terceira Lei de Newton nos livros da PNLD aprovados em (2021)

Nesta subseção encontram-se exposto os resultados da análise dos livros que discutiram de forma geral o conteúdo da Terceira Lei de Newton. Os livros foram analisados acerca das seguintes categorias de análise apresentadas na Figura 9.

Com relação a organização e a exposição dos conteúdos, foi possível observar que os autores enfatizam a importância da investigação pelo docente em relação aos conhecimentos prévios que os alunos possuem em sua estrutura cognitiva sobre o conceito de força, tendo em vista que o mesmo apresenta grande importância para a compreensão da Terceira Lei de Newton (L1; L3; L6; L8; L11). Fato este que está de acordo com a TAS de David Ausubel (2003). Esse tipo de relação entre o conceito de força e a Terceira Lei de Newton pode fornecer oportunidades para a negociação de significados entre os docentes e os discentes, assim como busca promover uma ponte entre os conhecimentos prévios dos alunos com o princípio da ação e reação (Ausubel, 2003).

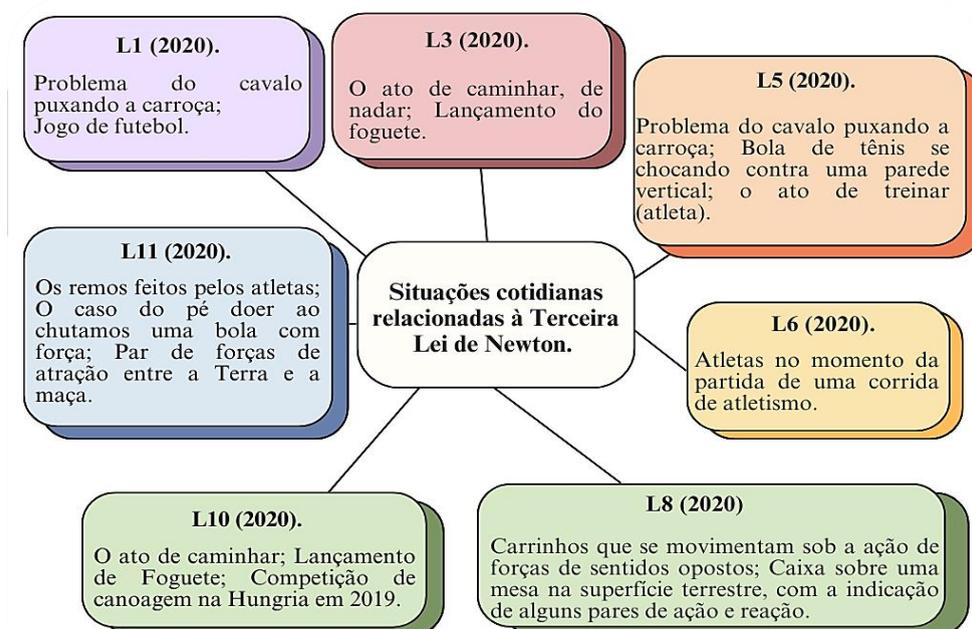
Diante disso é perceptível que os autores (L1; L3; L6; L8; L11) reconhecem a importância do conceito de força para o entendimento da Terceira Lei de Newton. Eles sugerem que os docentes retornem ao conceito de força antes de iniciar a abordagem da Terceira Lei de Newton, sendo assim, o conceito de força é expresso de forma explícita como um subsunçor para a compreensão da Terceira Lei de Newton ou princípio da ação e reação. Portanto, essas considerações referentes à hierarquia conceitual pode servir como estímulo à AS (Novak, 2000; Ausubel, 2003).

Também foi perceptível que todos os autores dos livros analisados abordaram a Terceira Lei de Newton relacionadas a situações cotidianas do dia a dia dos estudantes, conforme apresentado na Figura 10. Corroborando com as orientações propostas pelos documentos oficiais para discutir a Terceira Lei de Newton no Ensino Médio e com TAS, que aborda a importância dos conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo para a construção de novos conhecimentos (Brasil, 2002; Ausubel, 2003; BNCC, 2018) e as pesquisas desenvolvidas pelos autores (Souza, 2015; Silva, 2015; Pereira, 2016; Alves *et al.*, 2020; Oliveira, 2021; Nunes, 2021), os quais descrevem que o uso de situações cotidianas como exemplos para discutir o conceito da Terceira Lei de Newton em suas pesquisas proporcionaram aos alunos uma melhor compreensão a respeito da aplicação das leis de Newton, tornando as aulas mais dinâmica e promovendo a participação ativa dos alunos nas aulas, além de promover uma melhor assimilação sobre o conceito do princípio da ação e reação.

De acordo com Gaspar e Monteiro (2005), as situações do dia a dia podem contribuir de modo significativo para a superação de concepções espontâneas e errôneas que os alunos possuem sobre determinados conteúdos, tendo em vista que essas concepções espontâneas são adquiridas pelos estudantes através de trocas e interações dos mesmos com pessoas ao seu redor e com o seu mundo sociocultural.

Logo, as situações cotidianas podem contribuir de forma expressiva para a evolução conceitual dos estudantes, tendo em vista que as situações do dia a dia apresentam características de grande potencial na estimulação da participação ativa dos estudantes. Ausubel (2003) enfatizar que cabe ao docente utilizar esses conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo, de maneira que os estudantes venha a associá-los ao novo conhecimento com a finalidade de facilitar a ocorrência de uma AS.

Figura (10): Situações cotidianas relacionadas à Terceira lei de Newton apresentadas pelos autores dos livros.



Fonte: da autora.

Outro ponto de análise nas obras esteve relacionado à forma como os autores fizeram o enunciado da Terceira Lei de Newton. Isto pode ser identificado no Quadro 3 abaixo:

Quadro (3): Conceito da Terceira Lei de Newton sugeridos na bibliografia básica que seguiram para a análise.

Código de identificação	Definição da Terceira Lei de Newton
L1	<i>“A reação é sempre contrária e igual à ação, ou as ações mútuas entre dois corpos sempre são iguais e dirigidas às partes contrárias”</i> (L1, p. 140).
L3	<i>“Quando um corpo interage com outro, aplicando-lhe uma força (ação), recebe desse corpo a aplicação de outra força (reação), de</i>

	<i>mesma intensidade e mesma direção,mas de sentido oposto” (L3, p. 36).</i>
L5	<i>“A toda ação corresponde 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” (L5, p. 49).</i>
L6	<i>“Sempre que um corpo A aplicar uma força \vec{F} em um corpo B (ação), o corpo B aplicará uma força $-\vec{F}$ no corpo A (reação), ou seja, uma força com a mesma intensidade, porém no sentido contrário” (L6, p. 132).</i>
L8	<i>“Se um objeto A exerce uma força sobre um objeto B, este reage e exerce sobre o primeiro uma força de mesmo módulo, mesma direção, mas de sentido oposto. Matematicamente, escrevemos: $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$” (L8, p. 53).</i>
L10	<i>“A toda ação há sempre oposta uma reação igual ou as ações mútuas de dois corpos sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas”. Podendo ser interpretada da seguinte maneira: Se um corpo A exerce uma força em um corpo B (\vec{F}_{AB}), o corpo B exerce uma força no corpo A (\vec{F}_{BA}), de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto ($\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$) (L10, p. 104).</i>
L11	<i>“Toda força (ação) que surgir em um corpo como resultado da interação com outro corpo faz surgir nesse primeiro corpo uma força, chamada de reação, cujas intensidade e direção são as mesmas da ação, mas de sentido oposto” (L11, p. 18).</i>

Fonte: da autora

Com relação a definição da Terceira Lei de Newton, os autores (L1; L5; L10) abordam da seguinte maneira: *“A toda ação corresponde 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” (L5, p. 49).*

Esse tipo de abordagem, sem a introdução dos termos força (ação) e força (reação) podem contribuir para que os estudantes manifestem dificuldades em identificar que o par de forças (ação e reação) são aplicadas em diferentes corpos, mesmo que eles consigam identificar a interação existente entre os dois corpos, fato este corroborado com a pesquisa de Pozo e Crespo (2009).

Tem-se ainda que esta forma de enunciado referente ao princípio da ação e reação demonstra ser insuficiente para a compreensão dos alunos. Neste sentido, cabe ao docente a compreensão desta lei de forma mais aprofundada de modo que o conceito da ação e reação possa ser apresentada e discutida com os estudantes com a finalidade de reduzir as dificuldades deles, pois o entendimento aprofundado desta lei pelos alunos é primordial

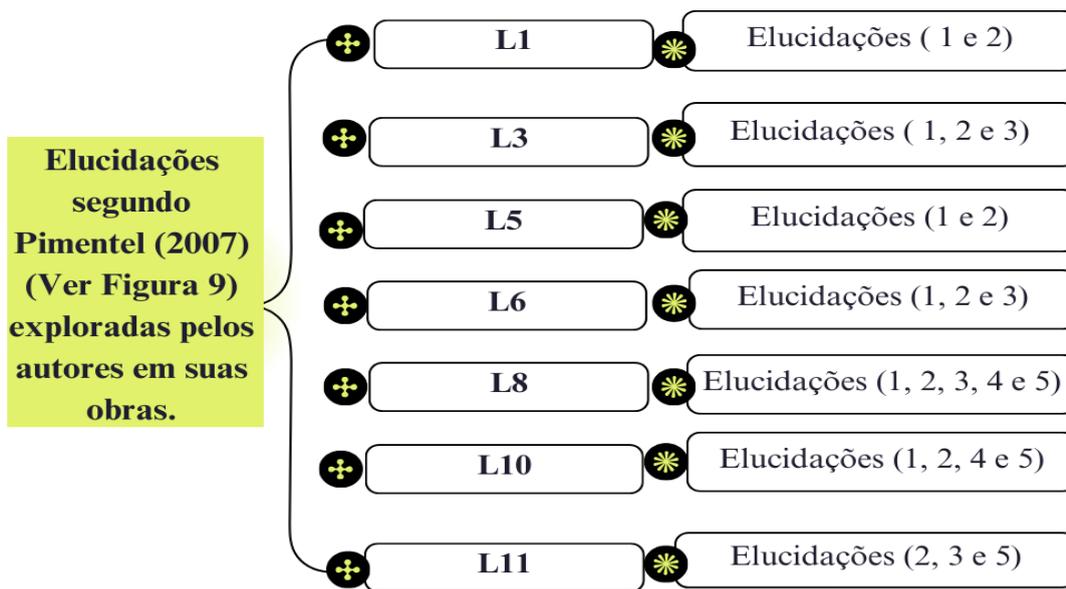
e imprescindível para que os discentes possam compreender os vários conceitos da Física que aparecerão mais a diante, como por exemplo o Empuxo.

Cabe um destaque à maneira como os autores (L3; L6; L8; L11) fizeram o enunciado do princípio da ação e reação, eles evitam o uso do termo “ação” e “reação”, termos esses apresentados na maioria dos livros didáticos para fazer o enunciado da Terceira Lei de Newton, e introduziram os termos força (ação) e força (reação). Segundo Serhane *et al.* (2020) citando Warren (1979), esse tipo de abordagem feita pelos autores desse livro podem possibilitar que os estudantes tenham uma melhor compreensão da Terceira Lei de Newton.

Pimentel (2007) baseado em interpretações de outros pesquisadores, apresenta 5 (cinco) importantes elucidações para a compreensão da Terceira Lei de Newton, conforme apresentada na Figura (9). Com relação a abordagem do conteúdo da Terceira Lei de Newton nos livros analisados, percebe-se que os autores (L1; L3; L5; L6; L10; L11) buscaram explorar algumas dessas elucidações. Por outro lado, apesar dos autores procurarem explorar algumas dessas elucidações, é perceptível que os autores dos livros analisados não exploram completamente o princípio da ação e reação, o que pode ocasionar prejuízos em relação ao ganho significativo de aprendizagem da Terceira Lei de Newton pelos alunos.

Somente na obra L8 é perceptível a ocorrência da exploração das 5 (cinco) importantes elucidações de acordo com Pimentel (2007) baseado em interpretação de outros pesquisadores para uma melhor compreensão da Terceira Lei de Newton. A Figura 11 abaixo traz as importantes elucidações para a compreensão da Terceira Lei de Newton exploradas pelos autores em suas obras.

Figura (11): Elucidações segundo Pimentel (2007) exploradas pelos autores em suas obras.



Fonte: da autora.

Outro ponto de análise nas obras refere-se a seção de exercícios apresentados pelos autores no final de cada seção do conteúdo, foi perceptível que a maioria deles trabalham os conteúdos da Terceira Lei de Newton através de situações com caráter quantitativo. Fato esse que não condiz com o proposto por Ure *et al*, (1994), esses autores enfatizam que os problemas referentes a Terceira Lei de Newton ou princípio da ação e reação não devem ser baseados em situações quantitativas, mas sim em situações qualitativas, pois apenas a resolução e aplicação de fórmulas matemáticas, por sua vez, não trazem à tona o conhecimento real que os alunos tem a respeito de um fenômeno físico.

A respeito da reconciliação integradora e a diferenciação progressiva, é perceptível que a maioria dos autores não demonstraram proporcionar uma diferenciação progressiva ou uma reconciliação integradora entre o conceito de força e a Terceira Lei de Newton.

Com relação a reconciliação integradora, não é explicitamente apresentada, tendo em vista que os autores não buscaram retornar a hierarquia dos conceitos a fim de reforçarem as relações significativas e existentes entre os conceitos mais específicos e mais inclusivos (L1; L5; L8; L6; L10). Somente as obras de L3 e L11 ficou perceptível que os autores buscaram favorecer a mesma, eles retornaram à hierarquia do conteúdo de modo a buscar a ênfase das relações significativas envolvendo os conceitos mais

específicos (conceito de Força) com os mais inclusivos (Terceira Lei de Newton). Assim, essas considerações referentes à hierarquia conceitual pode servir como estímulo à AS (Novak, 2000; Ausubel, 2003).

5.2. Análise geral da abordagem do conteúdo do princípio de Arquimedes nos livros da PNLD aprovados em (2021)

Nesta subseção encontram-se apresentadas os resultados da análise dos livros didáticos que discutiram de forma geral o conteúdo de Empuxo ou Princípio de Arquimedes (Ver Tabela 2).

Com relação a organização e a exposição dos conteúdos, foi possível observar que os autores enfatizam a importância de situações cotidianas e questionamentos durante a exposição do conteúdo para a facilitação da assimilação e a aprendizagem do princípio de Arquimedes por parte dos alunos. Fato esse que está de acordo com as orientações propostas pelos documentos oficiais para discutir a Terceira Lei de Newton no Ensino Médio (Brasil, 2002; Brasil, 2018).

O uso de situações cotidianas, relacionadas com conhecimentos prévios dos estudantes, através de questionamentos adequados, podem promover maior interação de aluno com aluno e deste com o docente, além de tornar os conteúdos de Física mais interessantes e contextualizados e com mais sentido para os discentes. Tem-se ainda que esta interação de aluno com aluno e deste com o professor, pode contribuir para uma melhor evolução a respeito das concepções espontâneas dos alunos.

Outro ponto de análise nas obras esteve relacionado à maneira de como os autores das obras fizeram o enunciado do conteúdo de Empuxo ou Princípio de Arquimedes. Isto pode ser identificado no Quadro 4 abaixo:

Quadro (4): Conceito de Empuxo ou princípio de Arquimedes sugeridos na bibliografia básica que seguiram para a análise.

Código de identificação	Definição de Empuxo
L2	<i>“Todo corpo sólido mergulhado num fluido em equilíbrio sofre a ação de uma força vertical de baixo para cima, cuja intensidade é igual à do peso do fluido deslocado pela parte submersa do corpo” (L2, p. 101).</i>
L4	-
	<i>“Um corpo imerso, total ou parcialmente, em um líquido recebe a ação de uma força vertical dirigida para cima, que tem intensidade</i>

L7	<i>igual ao peso do líquido deslocado”. Enfatizando ainda, que “assim, podemos considerar que a intensidade da força de empuxo (E) é igual à intensidade da força peso (P) do líquido deslocado” (L7, p. 74).</i>
L9	<i>“Quando a força exercida por determinado líquido em um objeto que está mergulhado é maior na parte inferior (abaixo), a força tende a ser menor em sua parte superior (acima) de modo que a soma vetorial de todas as forças que estão atuando sobre a superfície do corpo origina uma força que é voltada para cima, essa força é denominada empuxo (L9, p. 38).</i>
L12	<i>“Todo corpo imerso (total ou parcialmente) em um fluido fica sob a ação de uma força cuja direção é perpendicular à superfície livre do líquido e cujo sentido aponta para a superfície, denominada empuxo” (L12, p. 49).</i>

Fonte: da autora.

Segue a seguinte observação em relação ao Quadro 4:

- (-) Significa dizer que, neste livro, apesar de apresentar uma seção trazendo orientações a fim de testar o Princípio de Arquimedes, nada se pode concluir, tendo em vista que os autores desta obra L4 não trazem um tópico abordando de forma mais completa o conteúdo de Empuxo ou Princípio de Arquimedes.

A respeito da definição do conceito de Empuxo ou Princípio de Arquimedes, é perceptível que os autores abordam da seguinte forma: *“Um corpo imerso, total ou parcialmente, em um líquido recebe a ação de uma força vertical dirigida para cima, que tem intensidade igual ao peso do líquido deslocado”*. Enfatizando ainda, que “assim, podemos considerar que a intensidade da força de empuxo (E) é igual à intensidade da força peso (P) do líquido deslocado (L7, p. 74). *“Todo corpo sólido mergulhado num fluido em equilíbrio sofre a ação de uma força vertical de baixo para cima, cuja intensidade é igual à do peso do fluido deslocado pela parte submersa do corpo”* (L2, p. 101).

É importante ressaltar que, durante a abordagem do conteúdo de Empuxo, em nenhum momento os autores (L2; L4; L7; L12) chegam a retornar ou citar diretamente o princípio da ação e reação e nem fazem a relação entre o empuxo e a Terceira Lei de Newton. Somente no livro L9 foi possível verificar que os autores buscaram realizar a relação do Princípio de Arquimedes a partir da Terceira Lei de Newton.

Outro ponto de análise refere-se à seção de exercícios apresentados pelos autores no final de cada capítulo, é perceptível que eles trabalham o conteúdo de Empuxo através de situações quantitativas, apresentado poucas questões em situações qualitativas. Fato esse que não condiz com o proposto por Ure *et al.* (1994), esses autores enfatizam que os

problemas referentes ao Empuxo ou princípio de Arquimedes, não devem ser somente baseados em situações quantitativas, mas sim em situações qualitativas, pois somente a resolução e aplicação de equações matemáticas, por sua vez, não trazem a tona o conhecimento real que os estudantes tem a respeito de um fenômeno físico. Fato fato corroborado também pelos PCN (2002), onde o documento afirma que a memorização de fórmulas matemáticas não desenvolve nos alunos competências e habilidades.

E de acordo (Alves; Stachak, 2005; Vieira, 2020), o uso somente de situações quantitativas podem contribuir para reforçar a concepção que muitos alunos têm a respeito da disciplina de Física, como sendo uma disciplina de difícil compreensão, com ênfase na memorização de conceitos e fórmulas, não atribuindo assim, nenhum significado para os estudantes, tornando desse modo a aprendizagem puramente mecânica.

Com relação a reconciliação integradora, não é explicitamente apresentada pelos autores (L2; L4; L7; L12), tendo em vista que os mesmos não buscaram retornar a hierarquia dos conceitos afim de reforçarem as relações significativas e existentes entre os conceitos mais específicos e mais inclusivos. Somente no livro L9 foi possível verificar que os autores buscaram realizar a reconciliação integradora do Princípio de Arquimedes a partir da Terceira Lei de Newton. Foi perceptível que os autores citados buscaram retornar a hierarquia dos conceitos afim de reforçarem as relações significativas e existentes entre os conceitos mais específicos (Leis de Newton) e mais inclusivos (Princípio de Arquimedes), o que pode favorecer a AS (Novak, 1977).

5.3. Análise do Princípio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa entre os conteúdos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo

Com relação ao princípio da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora fundamentados na TAS de David Ausubel (2003) entre os conteúdos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo, foi observado que, somente no Livro L9 é possível observar que os autores fizeram uso dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, com referência ao tópico de Empuxo.

Ao trabalharem com tais princípios, possibilitando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa entre o conceito de Empuxo e as Leis de Newton (Segunda e Terceira Lei de Newton), os autores possibilitaram que estudantes e docentes revejam conceitos que já foram vistos e verifiquem possíveis inconsistências (erros), semelhanças, integrem significados e façam superordenações entre os conceitos para, enfim, consolidar

o conhecimento científico. Fato este que corrobora com Ausubel (2003) que ressalta que, ao se retomar os conceitos estudados anteriormente e aplica-los em interpretações corretas, com a finalidade de extrair informações que venham auxiliar na resolução de um determinado problema, a reconciliação integradora, por sua vez, fica reforçada.

É possível observar que nos demais livros a relação entre a Terceira Lei de Newton e o Empuxo não existe de maneira que seja possível a promoção da reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva. Nos livros dos autores L2, L4, L7 e L12, não foi encontrado no conteúdo de Empuxo informações que remeta a Terceira Lei de Newton. O mesmo fato pode ser observado nos livros no qual os autores discutiram de forma geral o Princípio da ação e reação, em nenhum dos livros foi detectado, em relação a Terceira Lei de Newton, informações que remeta a ideia de Empuxo.

Logo, é perceptível que o conceito de Empuxo apresentado nos livros didáticos analisados não trata (com exceção de apenas um livro), durante a sua abordagem, as Leis de Newton no conteúdo Expuxo, não sendo feita a reconciliação integradora. Tendo em vista que as Leis de Newton são abordadas nos livros didáticos antes do conteúdo de Empuxo e a reconciliação integradora ocorre a partir de conceitos que são vistos antes, observa-se que os livros didáticos não fazem a reconciliação integradora entre os conceitos que eles mesmos já trabalharam em capítulos anteriores, fato esse que está de acordo com Moreira (2010) ao enfatizar que a maioria dos materiais didáticos (livros) não promovem os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, uma vez que a organização do material (livro) e na maioria das vezes cronológica, iniciando com conceito mais simples e finalizando com conceitos mais complexos, sem fazer ligações entre conceitos anteriores e o novo conceito a ser aprendido.

6. TRILHOS E TERRITÓRIOS: procedimentos metodológicos

6.1. Características Gerais

A pesquisa desenvolvida apresenta uma abordagem qualitativa, também é uma pesquisa de natureza básica, exploratória e descritiva, que envolve procedimentos de levantamento bibliográfico e documental.

Em relação à pesquisa qualitativa, esse tipo de pesquisa tem como foco trabalhar “com 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).

Assim, a pesquisa qualitativa, preocupa-se com aspectos da realidade, como nas ciências sociais, que busca responder questões específicas (Minayo, 2002). Esse tipo de pesquisa tem como objetivo trabalhar “com um universo de crenças, motivos, significados, aspirações, valores e atitudes, correspondendo a um espaço mais extenso das relações, processos e fenômenos os quais não podem ser reduzidos somente à operações de variáveis” (Minayo, 2002, p. 21-22). Logo, os resultados estão centrados na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais do ser humano com a realidade, sendo que os resultados não podem ser quantificados.

Dessa forma, a abordagem qualitativa tem como foco apresentar “o meio ambiente como fonte direta de informações e o pesquisador como instrumento fundamental” (Godoy, 1995, p. 65). Assim, em relação à pesquisa qualitativa, a ferramenta mais importante para a análise de dados é o pesquisador, cuja função é analisar e ser capaz de interpretar cuidadosamente as informações coletadas para o desenvolvimento da pesquisa.

A etapas qualitativa desta pesquisa foi desenvolvida através da análise documental de trabalhos científicos (artigos e dissertações) e livros didáticos (manual do professor) aprovados na PNLD no ano de 2021, com a finalidade de condensar as informações, e fazer inferências na medida do possível (Sá-silva; Almeida; Guindani, 2009).

Esta pesquisa também é caracterizada como sendo bibliográfica, esse tipo de pesquisa se dá através do levantamento de materiais que já foram elaborados e publicados (Gil, 2008). A fonte bibliográfica dessa pesquisa foram os artigos científicos e dissertações da área de ensino de Física, publicados na plataforma “*Google acadêmico*” e livros didáticos de Ciências (manual do professor) aprovados na PNLD no ano de 2021 (Gil, 2002).

A pesquisa bibliográfica é elaborada através do levantamento de um material já elaborado, analisado e divulgado por meios eletrônicos e escritos, os quais fazem

referência a um determinado tema de pesquisa que será objeto de estudo, sendo que as principais fontes de pesquisa são livros e artigos de natureza científica cuja finalidade é fazer com que o pesquisador tenha contato direto com materiais já escritos referentes ao seu tema de pesquisa (Gil, 2008; Fonseca, 2002).

Além disso, consideramos que esta pesquisa tem uma natureza exploratória. Para Gil (2017), uma das finalidades da pesquisa exploratória está voltada para o aprimoramento de ideias e planejamentos reflexíveis, na tentativa de alcançar maior familiaridade com o fenômeno em estudo. Tal caminho metodológico possibilita explorar aspectos da realidade dos estudantes, assim como criar hipóteses e resolução de possíveis lacunas identificadas durante o processo de investigação. Este tipo de pesquisa envolve procedimentos de levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado. Normalmente assume a forma de pesquisa com natureza bibliográfica e estudo de caso (Gil, 2008). Em relação a natureza exploratória desta pesquisa, trata-se de artigos e dissertações científicas da área de ensino de Física e livros didáticos de Ciências.

Esta pesquisa também trata-se de uma pesquisa de natureza descritiva. Tal pesquisa faz a descrição das características de determinadas populações ou de fenômenos. Ela também é caracterizada pela utilização de técnicas padronizadas de coleta de informações por meio de questionários e a observação sistemática, por exemplo, na pesquisa referente à idade, ao sexo, procedência, etc (Gil, 2008). A parte descritiva da presente pesquisa foi desenvolvida por meio de questionários.

6.2. Participantes da pesquisa

Participaram desta pesquisa 20 discentes (mestrandos e egressos) 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.

6.3. Ferramentas utilizadas para o recolhimento dos trajetos e destinos finais

Revisões bibliográficas, análise documental em livros didáticos de Ciências aprovados na PNLD no ano de 2021 e aplicação de questionários.

6.3.1. Aplicação de questionários em questões de cunho empírico

As investigações empíricas têm como principal objetivo fazer a observação de um determinado fenômeno com a intenção de melhor compreendê-lo. As investigações empíricas estão intimamente enraizadas em todas as ciências, sejam elas naturais ou sociais, já que as observações relacionadas a esse tipo de investigação, na maioria dos casos, podem ser utilizadas para a construção de explicações ou teorias mais adequadas (Hill; Hill, 2012). Assim, a observação empírica consiste em um método investigativo voltado à coleta de informações concretas e observação da realidade. O principal objetivo desse método é a obtenção de evidências que possam responder às questões de pesquisa bem como validar teorias mediante a análise das informações coletadas (Gil, 2011; Hill; Hill, 2012).

As pesquisas de investigação empírica abrangem o uso de técnicas ou instrumentos de coletas de dados, bem como as observações diretas por meio de questionários e entrevistas. De acordo com Marconi e Lakatos (2003), o questionário é definido como sendo um instrumento de coletas de dados, sendo elaborado por uma série de perguntas ordenadas que devem ser respondidas de modo escrito e sem a presença do pesquisador ou entrevistador. Segundo Gil (1999) o questionário pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas, etc” (Gil, 1999, p. 128).

Gil (2011) conceitua o questionário como sendo uma técnica e instrumento de coleta de dados bastante empregada em pesquisa científica de cunho teórico-empírico. Assim, “nas questões de cunho empírico, é o questionário uma técnica que servirá para coletar as informações da realidade” (Chaer; Diniz; Ribeiro, 2011, p. 260).

Nesta pesquisa o instrumento utilizado para a coleta de dados, foi um questionário contendo 25 (vinte e cinco) questões (abertas e discursivas), que foi elaborado pelos pesquisadores desta pesquisa (Ver apêndice II).

A construção de um questionário consiste basicamente na tradução dos objetivos da pesquisa em questões específicas (Gil, 2010), que compõem o questionário (apêndice II) desta pesquisa foram construídas tendo por finalidade responder os questionamentos que nortearam o desenvolvimento desta pesquisa, assim, como alcançar os objetivos gerais e específicos.

Marconi e Lakatos (1999) ressaltam que

Junto com o questionário deve-se enviar uma nota ou carta explicando a

natureza da pesquisa, sua importância e a necessidade de obter respostas, tentando despertar o interesse do recebedor para que ele preencha e devolva o questionário dentro de um prazo razoável (Marconi; Lakatos, 1999, p. 100).

O questionário (apêndice II) foi enviado aos professores por meio do link do “*google forms*”. Junto com o questionário também foi enviado para esses professores o RCLE - Registro de Consentimento Livre e Esclarecido, explicando o objetivo da pesquisa, a importância da participação dos docentes, assim como as garantias éticas e o consentimento dos docentes para serem incluídos na pesquisa.

O questionário pode ser contemplado por três tipos de questões, sendo elas: abertas, fechadas e de múltipla escolha. Com relação as perguntas abertas também chamada por Marconi e Lakatos (2003) de perguntas livres e não limitadas, são as que possibilitam aos participantes da pesquisa responderem de forma livre, fazendo o uso de linguagem própria assim como emitir opiniões. Os autores Marconi e Lakatos (2003) enfatizam que esse tipo de questão permite que pesquisadores façam investigações mais profundas e precisas. Já as questões fechadas, são aquelas na qual o pesquisador escolhe a sua resposta através de duas opções, sendo elas: sim ou não. Ainda de acordo com os autores citados, este tipo de questão, facilita o trabalho do pesquisador, assim como a sua tabulação, embora restrinja a liberdade das respostas. E por fim, as questões de múltipla escolha, que são questões fechadas, porém retratam uma série de possíveis respostas pelos participantes, incluindo diversas facetas sobre um mesmo assunto.

O questionário dessa pesquisa respondido por professores de Física que atuam na Educação Básica de ensino. (Ver apêndice II).

Para a formulação das questões que compõem o questionário dessa pesquisa, buscou-se às orientações propostas por Gil (1999), sendo elas:

I) As perguntas que compõem o questionário devem ser formuladas de forma clara, concreta e de maneira precisa;

II) É preciso considerar o tipo de preferência e o nível de informação da pessoa que estará sendo interrogada;

III) A pergunta deve ser feita de modo que seja possível possibilitar apenas uma única interpretação;

IV) A pergunta não pode trazer sugestão de resposta;

V) As perguntas devem fazer referência apenas a uma única ideia por vez.

Outro ponto a ser destacado durante a construção do questionário dessa pesquisa está relacionado com o número das questões que iria compor o questionário, optando

assim por um questionário que não contasse com uma quantidade de questões muito grande a ponto de desestimular a participação do público desta pesquisa, tendo em vista que são docentes em atuação e que possuem uma carga horária semanal a ser cumprida.

Assim, o questionário (apêndice II) elaborado para esta pesquisa contou com um total de 25 (vinte e cinco) questões (abertas e discursivas), sendo que o prazo dado para os docentes responderem o questionário (apêndice II) foram de 20 (vinte) dias.

Com relação à ordem das questões no questionário, buscamos apresentá-las de modo que elas mantivessem conexões com às questões apresentadas anteriormente.

Dando continuidade à temática de interesse desta pesquisa, nesta etapa, após a aplicação dos questionários, foram realizadas várias leituras de forma cuidadosa de todo o material de análise, para que, assim, fosse possível fazer a identificação das categorias de análise, assim, foram selecionados em negrito os fragmentos das respostas dadas pelos docentes ao questionário que reforçassem a existência na categoria promovida.

6.4. Análise dos trajetos e destinos finais: Análise textual Discursiva (ATD)

Para análise dos dados que foram coletados através do questionário, foi utilizada a *Análise Textual Discursiva (ATD)* segundo Moraes e Galiuzzi e seguindo os três passos da (ATD) propostos por eles, sendo eles: *unitarização, categorização e comunicação*.

Escolhemos a ATD por acreditar que ela estabelece um processo constante de ir e vir, agrupar e desagrupar, construir e desconstruir. É um processo em que o pesquisador movimenta-se com as verdades que tenta expressar: “o processo da escrita final foi riquíssimo” (Moraes; Galiuzzi, 2006, p. 122). Tem-se ainda que no decorrer da pesquisa, o pesquisador realiza a construção de uma rede e argumentos e vozes tecidas no diálogo empírico e na fundamentação teórica utilizada para embasar a pesquisa. Sendo assim, o pesquisador, por sua vez, não parte tendo um caminho já traçado, ele precisa ir direcionando o processo na medida que o mesmo vai sendo avançado por ele.

Assim, deve-se procurar fazer a exploração das paisagens por onde passar, refazendo os seus caminhos. Isso irá constituir uma reconstrução a respeito da compreensão da ciência e de pesquisar, reconstruções na qual se evidencia um movimento direcionado a novos paradigmas, com ênfase na autoria de um sujeito que assuma a sua própria voz e ao mesmo tempo que possibilite dar voz a outros sujeitos (Moraes, 2003; Moraes; Galiuzzi, 2006; Moraes; Galiuzzi, 2007).

Diante desse contexto, Moraes e Galiuzzi (2007) definem a *Análise Textual Discursiva* como sendo uma metodologia de análise de dados, de natureza qualitativa, a

qual permite trabalhar com textos e informações que visam a produção de novas compreensões em relação aos fenômenos que pretende investigar, e aprofundando por meio de uma análise rigorosa e criteriosa para, enfim, “reconstruir conhecimentos já existentes relacionados com o tema investigado” (Moraes; Galiazzi, 2007, p. 11).

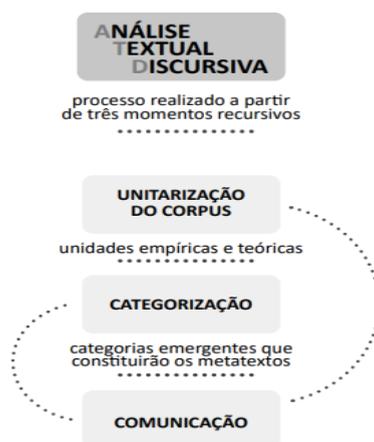
A ATD é apresentada por Moraes e Galiazzi como sendo,

[...] um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de sequência recursiva de três componentes: a desconstrução dos textos dos “corpus”, a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (Moraes; Galiazzi, 2007, p. 12).

Portanto, o movimento produtivo e criativo é um processo de auto-organização, ele é formado por dois movimentos principais: o primeiro é chamado desconstrução, ou seja, de desmontagem dos sentidos e conhecimentos existentes, aproximando -se do caos. Já o segundo é denominado reconstrução, isto é, de organização das unidades de sentido formadas pela desconstrução, com emergência de categorias e textos que expressam novas formas de entendimento que são construídas no processo. É preciso afirmar que esses dois movimentos (desconstrução e reconstrução) estão sempre ocorrendo, ainda que se dedique mais tempo a um e a outro em determinado momento de análise. Também, a desconstrução é sempre uma reconstrução, pois essas produções são sempre inacabadas (incompletas), necessitando de constantes reescritas e aperfeiçoamentos (Moraes; Galiazzi, 2006).

A Figura 12, representa um esquema ilustrando os três componentes de etapas da ATD.

Figura 12: Representação esquemática dos três componentes de etapas da ATD.



Fonte: (Silva; Marcelino, 2022, p. 24).

Com relação ao *corpus* cabe destacar que toda e qualquer análise textual se

concretiza através de um conjunto de documentos chamados de *corpus*, no qual esse conjunto de documentos descreve as informações da pesquisa, tendo-se ainda que a aquisição relacionadas à resultados válidos e confiáveis requer do pesquisador uma seleção e delimitação rigorosa. Posteriormente não se trabalha com todo o *corpus*, porém torna-se necessário que seja definido uma amostra através de um conjunto maior de textos.

Diante desse contexto, a ATD procura investigar informações da natureza qualitativa com a finalidade de gerar novos entendimentos a respeito dos fenômenos e discursos (Moraes; Galiuzzi, 2006).

A interpretação na Análise textual qualitativa, na forma como é entendida, é a construção de novos sentidos e entendimentos, de maneira a afastar-se daquilo que é imediato, de modo a promover o exercício da abstração a respeito das formas mais imediatas da leitura de significados de um conjunto de textos. É um exercício de construção expressão de um entendimento mais aprofundado, indo além da expressão de construções oriundas dos textos ou mesmo de um mero exercício descritivo; sendo que uma pesquisa de qualidade precisa alcançar uma profundidade maior de interpretação, não permanecendo numa descrição excessivamente superficial dos resultados da análise. Com isso, a intenção é a melhoria da compreensão dos fenômenos que se investiga, criando pontes entre os dados empíricos com os quais o pesquisador trabalha e suas teorias de base, sendo que, diante desse processo o pesquisador também estará ampliando o campo teórico que ele está trabalhando (Moraes, 2003). É de acordo com Galiuzzi e Sousa (2021) a ATD, é uma metodologia que estabelece a partir do corpus uma estrutura de categorias em que inicia pela descrição do fenômeno” (Galiuzzi; Sousa, p. 79, 2021).

Esta etapa da pesquisa constituiu-se da leitura e releitura das informações coletadas no questionário, em sua desconstrução e interpretação, cuja a intenção foi investigar a concepção dos professores no processo de reconciliação integradora referentes aos conceitos de Empuxo no princípio de Arquimedes a partir da Terceira Lei de Newton.

De acordo com Moraes e Galiuzzi, a ATD é composta por 3 (três) passos, sendo eles: *Unitarização ou desmontagem dos textos*, *Categorização e comunicação ou construção de metatextos*.

Passo 1: Unitarização ou desmontagem dos textos

A unitarização ou desmontagem dos textos, segundo Moraes (2003), é o primeiro

passo e “implica examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados” (Moraes, 2003, p. 191).

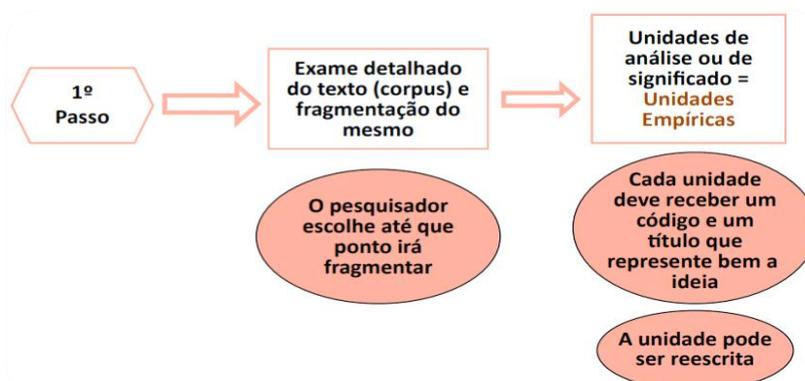
Diante desse contexto, desmontagem dos textos também é chamada por Moraes e Galiazzi (2007) de fase de unitarização, a qual busca fazer a investigação de um conjunto de materiais (textos/ou informações), desconstruindo-os, ou seja, fazendo a sua fragmentação a fim de atingir as unidades que formarão o fenômeno em estudo. Assim, é através da desconstrução dos textos que se originaram as unidades de análise, também sendo nomeadas de unidades de significados ou de sentido (Moraes, 2003). É preciso que o investigador (pesquisador) execute suas análises de forma que ele esteja ciente em cada momento, quais as unidades do contexto (geralmente os documentos que originam cada unidade de análise). Nesse aspecto, são utilizados códigos que servem para indicar a origem de cada unidade, por exemplo, a atribuição inicial de um número ou letra a cada documento do *corpus*.

Segundo Moraes e Galiazzi (2007), a prática de unitarização é composta por três diferentes momentos, sendo eles: *a fragmentação dos textos, a codificação de cada unidade e a atribuição de um título ou nome para cada unidade estabelecida.*

A unitarização é caracterizada como um processo de colocar -se no movimento da consciência coletiva, de reconstrução dos significados que são compartilhados socialmente através da percepção pessoal do pesquisador. Assumir-se leitor e intérprete nas redes semânticas mais ou menos sedimentadas constitutivas das verdades sociais é envolver-se no movimento desconstrutivo da unitarização. É ser participante dos processos reconstitutivos das compreensões que foram anteriormente formadas, colocando -se nas novas formulações um ponto de vista pessoal do pesquisador.

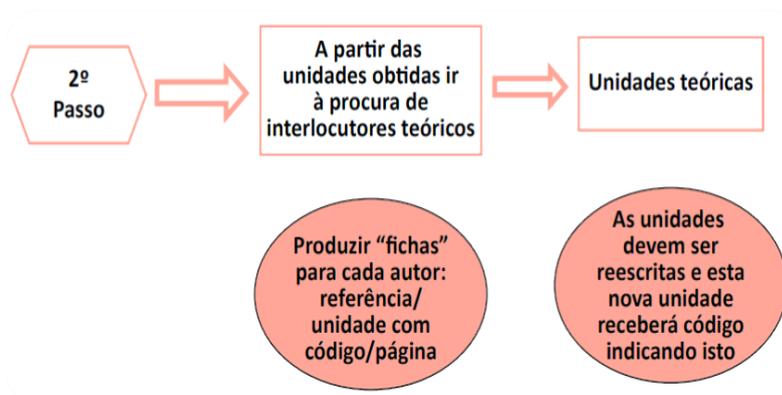
Nas Figuras 13 e 14 estão apresentados os passos iniciais da análise, passos 1 e 2.

Figura 13: Passo 1 (um) da ATD.



Fonte: (Silva; Marcelino, 2022, p. 20).

Figura 14: Passo dois da ATD.



Fonte: (Silva; Marcelino, 2022, p. 21).

Após ter realizado a fragmentação dos textos, a codificação e a nomeação das unidades, dá-se início ao segundo passo do processo.

Passo 2: categorização ou estabelecimento de relações

O estabelecimento de relações, também denominado de processo de categorização, é indicado por constantes comparações envolvendo as unidades base e a união de elementos semelhantes, dando origem a conjuntos mais complexos que serão nomeados com a intenção de formar as categorias de análise. Também é possível que ocorra a necessidade de construção de subcategorias que surgem da análise; sendo que, ao final da análise das categorias e unidades estabelecidas ocorre a produção de uma síntese (Moraes, 2003). Assim, as categorias são validadas “quando são capazes de favorecer um novo entendimento em relação ao fenômeno estudado” (Moraes; Galiazzi, 2007, p. 26).

O estabelecimento de relações ou categorização constitui-se na construção de relações através de unidades de análise, isso feito em processos recursivos de leitura e comparações entre as mesmas, resultando dessa forma, em conjuntos que apresentam elementos semelhantes, surgindo desse modo, as categorias. De acordo com Moraes de Galizzi (2007), na ATD, o processo de categorização ou estabelecimento de relações é extenso exige que o pesquisador faça a impregnação de forma aprofundada em relação as informações e, ao mesmo tempo, deve-se fazer a eliminação com relação ao excesso de informações, apresentando dessa forma o fenômeno de modo ordenado e sintético.

Assim, a impregnação se efetivar com base em leituras e releituras, unitarização, transcrições e categorização e particularmente a partir da escrita. “O processo é de intensa impregnação. Se assim não fosse não seria possível tamanha produção. Esta manifestação indica que, uma escrita mais fluida e de qualidade, é produto de envolvimento e de impregnação intensos com os materiais de análise” (Moraes; Galiuzzi, 2006, p. 121).

Portanto, a categorização ou estabelecimento de relações se constitui em um processo de criação, organização, ordenamento e síntese. Ao mesmo, constitui “processo de construção de compreensão dos fenômenos investigados, aliada à comunicação dessa compreensão por meio de uma estrutura de categorias” (Moraes; Galiuzzi, 2007, p. 78).

Desse modo a fase de categorização ou estabelecimento tem por objetivo promover a relação das unidades em categorias conforme as suas semelhanças, de maneira a terem características bem definidas e unidades bem homogêneas e sendo a chave para a interpretação dos dados. Portanto, os dados precisam estar de acordo com os objetivos da pesquisa e ser executado de maneira bem justificada com relação às categorias criadas e os “porquês” daquelas unidades fazerem parte daquela categoria.

Outro aspecto pertencente a etapa de categorização refere-se ao fato de que a ATD aceita tanto a formação de *categorias a priori* como a formação de *categorias emergentes* ou, ainda, *categorias mistas* que abrangem as duas categorias (*a priori e emergentes*). Assim, nas unidades de análise, sua definição pode partir tanto de categorias definidas a priori, como também de categorias emergentes, elas são sempre definidas de acordo com um sentido pertinente aos propósitos da pesquisa (Moraes, 2003).

Com relação as categorias *a priori e emergentes*, Moraes e Galizzi (2007) ressaltam que: no método *a priori* a elaboração das categorias ocorre antes da análise do corpus. Já no método *emergente* as categorias são geradas em conformidade com a análise do corpus.

Desse modo, as categorias de análise dessa pesquisa se enquadram nas categorias “mistas” (*a priori e emergente*), à *a priori* as categorias já foram definidas pelos pesquisadores dessa pesquisa antes mesmo da construção do questionário, como exemplo, questões 4 (quatro) e 10 (dez) do questionário 2 (dois), nomeadas de concepções dos professores (Ver apêndice II). Com relação as categorias *emergentes*, elas foram definidas após a aplicação do questionário a partir da concepção do discurso dos professores que participaram voluntariamente dessa pesquisa.

Assim, as categorias de análise apresentadas nesta pesquisa foram criadas em conformidade com as informações apresentadas na fundamentação teórica acerca da

reconciliação integradora e da diferenciação progressiva na promoção de indícios de uma AS, tendo como finalidade verificar as suas potencialidades nas ações e práticas docentes.

Desse modo os dados foram agrupados em categorias e organizados em tabela para uma melhor visualização e compreensão. Para garantir e preservar o anonimato dos docentes, optamos por identificá-los através da seguinte codificação: *D1, D2, D3, D4, D5, D6,...*, *D20*. Logo, essa pesquisa se encaixa nas categorias mistas (*a priori e emergentes*).

Cabe destacar que de acordo com os estudos de Moraes (2003) as:

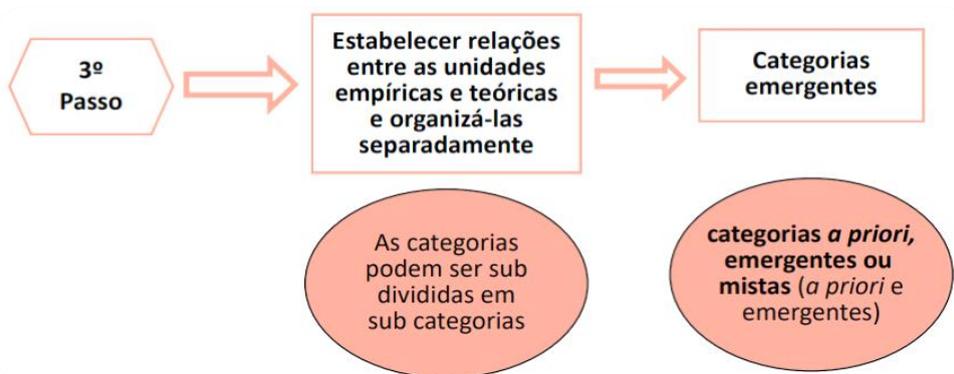
Categories de análise necessitam ser válidas ou pertinentes em relação aos objetivos e ao objeto da análise. Um conjunto de categorias é válido quando é capaz de representar adequadamente as informações categorizadas, atendendo dessa forma aos objetivos da análise, que é de melhorar a compreensão dos fenômenos investigados. Quando um conjunto de categorias é válido, os sujeitos autores dos textos analisados precisam se ver representados nas descrições e interpretações feitas (Moraes, 2003, p. 199).

Isso é coerente na medida que, levadas em consideração à categorização na análise textual, as unidades estarão isoladas, sendo importante que o seu significado esteja o mais transparente possível, sendo que nesse processo há a possibilidade de serem construídas vários níveis de categorias.

Assim, os produtos de uma análise textual precisam ser validados e confiáveis, assim, tanto a validade com a confiabilidade com relação aos resultados de uma análise são construídos no decorrer do processo.

Na Figura 15, encontra-se apresentado a representação esquemática referente ao passo 3 (três) da ATD.

Figura 15: Passo três da ATD.



Fonte: (Silva; Marcelino, 2022, p. 22).

Passo 3: Categorização e comunicação ou construção de metatextos.

Por último tem-se a comunicação, que é a explicação pessoal do pesquisador a respeito do material analisado. Sendo que essa explicação é baseada na teoria que dá fundamento a pesquisa, na auto-organização do material e na maneira pessoal que o pesquisador percebe o mundo e as experiências adquiridas pelo mesmo.

De acordo com Moraes e Galiuzzi (2007), saber aplicar as categorias construídas na análise afim de poder organizar a produção escrita é uma forma de alcançar descrições e interpretações válidas em relação aos fenômenos investigados, afirmando ainda que, a qualidade dos textos originários das análises não depende exclusivamente da sua validade e confiança, mas também pelo fato do pesquisador, se reconhecer conseqüentemente, o autor de seus próprios argumentos. Nesse sentido, é preciso que haja uma nova compreensão do todo, o qual será possibilitado pelo intenso envolvimento nas etapas anteriores, cujo principal objetivo é a elaboração de um texto de natureza descritiva e interpretativa denominada meta-texto, a partir das categorias.

Os meta-textos são conseqüências da interpretação do analista e da escrita recursiva das unidades teóricas e dos entrevistados, sendo que, neste sentido, os meta-textos constituem o resultado da análise. Logo, um novo texto é escrito tendo como referência textos preexistentes (corpus e teóricos) (Silva; Marcelino, 2022).

Assim, a produção do texto que se encontra em análise propõe a caracteriza-se por sua permanente incompletude e necessidade de uma crítica constante no que se refere a sua qualificação. Sendo parte de um conjunto de ciclos de pesquisa que, através de um processo recursivo de explicitação de significados, tem por pretensão alcançar uma compreensão cada vez mais profunda, comunicando-se com mais rigor e clareza. Assim, toda análise textual qualitativa está voltada a um processo reiterado de escrita que, de maneira gradativa atinge produções mais qualificadas.

Os procedimentos metodológicos utilizados nos levantamentos de dados desta presente pesquisa, estão apresentados na Figura 16 a seguir:

Figura 16: Procedimentos metodológicos.



Fonte: da autora.

7. DESVELANDO OS (DES) CAMINHOS ANDADOS

7.1. Análise do Questionário I: Perfil dos Docentes

Esses dados foram levantados tomando por base as questões de 1 a 10 do questionário 1, nomeado de “perfil do docente”. Os dados contendo essas informações básicas referentes ao perfil dos 20 (vinte) docentes encontram-se expostos na Tabela 3 no Apêndice (III). A amostragem deste estudo é composta por 20 (vinte) docentes, com uma variação de faixa etária entre 24 e 51 anos. 13 (treze) dos docentes participantes se identificaram como sendo do gênero masculino e 7 (sete) como sendo do gênero feminino. Com relação ao tipo de escola na qual os docentes atuam, os dados indicam que 18 (dezoito) dos docentes atuam em escola da rede pública e 2 (dois) em escolas da rede privada.

Cabe destacar que dos 20 (vinte) docentes que participaram desta pesquisa, somente 1 (um) docente não leciona na disciplina de Física (leciona nas disciplinas de química e matemática), apesar de possuir graduação em licenciatura em Física.

Todos os docentes participantes desta pesquisa declararam que possuem graduação em licenciatura em Física. E com relação há quanto tempo esses docentes são formados (as) em Física, ocorre uma variação com um período entre 1 ano e 6 meses e 25 anos.

7.2. Análise do Questionário II: Concepção dos professores

O questionário 2, nomeado de “concepção dos professores”, teve como objetivo verificar as concepções dos professores: se eles têm, fazem ou não a reconciliação integrativa ente os conceitos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo. Assim, ao questionar aos professores se:

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

De acordo com as respostas dos docentes, 9 (nove) (*D3, D4, D10, D12, D14, D15, D16, D17, D19*) responderam que sim, 2 (dois) (*D5, D7*) que não e 9 (nove) (*D1, D2, D6, D8, D9, D11, D13, D18, D20*) que às vezes conseguem lecionar o conteúdo de Empuxo para os alunos da educação básica. Corroborando com autor Silva (2015), um dos motivos que podem gerar obstáculos a lecionar Empuxo trata-se dele constituir curricularmente na rede ou nos livros didáticos no final do período letivo.

Buscamos verificar desses docentes se:

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

Onze docentes (*D1, D2, D5, D6, D7, D8, D9, D13, D18, D19, D20*) disseram que sim e nove (*D3, D4, D10, D11, D12, D14, D15, D16, D17*) declaram que não.

Das categorias *a priori* em relação ao quesito 2, que tinha por objetivo investigar dos docentes se existia fatores que os impediam de lecionar o conteúdo de Empuxo na educação básica, no quesito 3 abaixo, buscou verificar dos docentes que responderam afirmativamente ao quesito 2, sendo eles: (*D1, D2, D5, D6, D7, D8, D9, D13, D18, D19, D20*), quais são esses fatores. A partir das respostas apresentadas por esses docentes, sugeriram as seguintes subcategorias emergentes para o quesito 3, conforme podemos observar no Quadro 5.

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

Quadro (5): fatores que impedem a abordagem do conteúdo de empuxo na educação básica citados pelos docentes.

Subcategorias (Emergentes)	Respostas representativas	Docentes
Redução na Carga horária da disciplina de Física.	<p><i>D1: Por questão de tempo mesmo, às vezes seguimos o cronograma de conteúdos na sequência e acaba não chegando a esse conteúdo. São apenas duas aulas por semana, ocorre um feriado ou um evento da escola e os conteúdos são limitados.</i></p> <p><i>D5: O conteúdo empuxo é importante para a compreensão de diversas situações que ocorrem em nosso cotidiano, geralmente é ministrado nas turmas do primeiro ano do ensino médio, porém ultimamente não é abordado, devido a redução da carga horária da disciplina Física, isto é, com a reformulação do novo ensino médio a disciplina de Física sofreu redução drástica (antes eram 2 aulas, hoje só é 1 aula, no primeiro ano).</i></p> <p><i>D6: Na rede houve uma redução da carga horária da disciplina Física, que com o novo ensino médio passou a ser de uma hora/aula semanal, isso faz com que eu tenha que selecionar apenas os conteúdos que os estudantes não podem deixar de ver, reduz muito o que a física de fato deveria contemplar no ano letivo.</i></p>	(D1, D5, D6, D7, D9, D13, D18, D20)
Ausência de atividades experimentais.	<p><i>D19: Normalmente falta de experimentos.</i></p>	(D19)
Evolução das habilidades de cada turma.	<p><i>D8: A evolução das habilidades de cada turma são distintas, levando a necessidade de repetição e reforço de conteúdos pertinentes dados antes de hidrostática.”</i></p>	(D8)
Falta de relações imediatas entre os conteúdos empuxo e	<p><i>D2: A correlação imediata com a terceira Lei de Newton, na percepção do estudante.”</i></p>	(D2)

terceira lei de Newton
pelos estudantes.

Fonte: própria autora.

Os dados apresentados no Quadro 5 indicam que, oito docentes (*D1, D5, D6, D7, D9, D13, D18, D20*) teve a justificativa ancorada na carga horária reduzida da disciplina, o que, na visão dos professores, impede que o tema seja abordado.

Outras categorias também visualizadas nas respostas deles conforme já apresentadas no Quadro 5 foram: à ausência de experimentos a serem utilizados em salas de aula (*D19*), a questão envolvendo a habilidade da turma, ou seja, no desenvolvimento do andamento da abordagem dos conteúdos de cada turma em si, os quais dependem muito da turma, do tipo de turma (*D8*) e a ligação imediata do conteúdo de Empuxo com a Terceira Lei de Newton na percepção dos alunos (*D2*).

Essas dificuldades e limitações são apontadas e encontradas frequentemente pelos professores das escolas da rede pública, que destacam que a redução da carga horária da disciplina de Física (aproximadamente 50 minutos por aula), somando a grande quantidade de conteúdo destinado ao ano letivo em tão pouco tempo, são fatores que os impedem de lecionar todos os conteúdos que abrangem a disciplina de Física com os estudantes durante o ano letivo.

Outro ponto importante a ser destacado, é o fato de que em algumas escolas não existem laboratórios e apresentam insuficiência de materiais para a realização de práticas experimentais, tendo em vista que o uso de experimentos no ensino de Física podem facilitar a aprendizagem dos conteúdos, já que possibilitam o docente relacionar os temas abordados pela disciplina de Física, como também aproximar a teoria da prática.

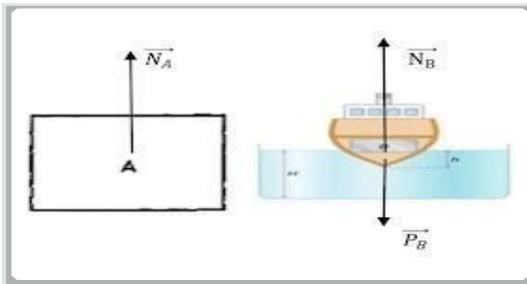
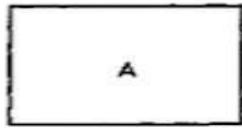
Assim, diante da realidade de muitas escolas, como falta de materiais, falta de equipamentos, carga horária reduzida da disciplina, entre outras dificuldades que foram apresentadas, ainda é possível que o professor trabalhe ao menos com experimentos demonstrativos em suas aulas, proporcionando aos alunos a visualização e relação entre os conteúdos.

Na questão quatro do questionário, foi apresentada a seguinte situação:

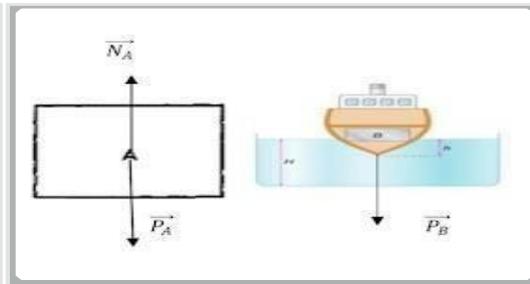
4) - Suponha na situação (I) um bloco A em equilíbrio estático, e na situação (II) um navio flutuando em um meio com água, também em equilíbrio estático. Assinale a figura que representa os vetores força das situações (I) e (II) corretamente”.

(I)

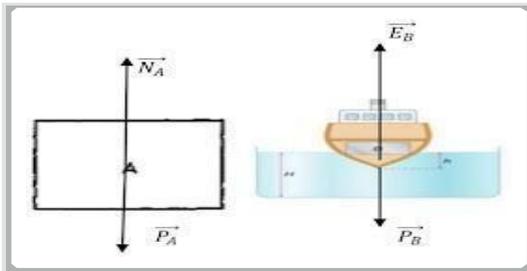
(II)



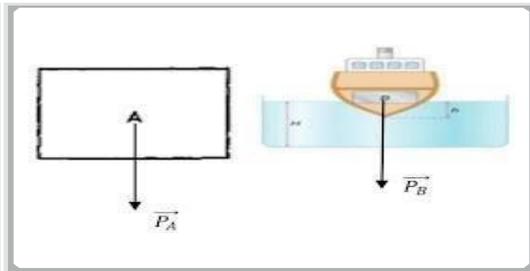
Alternativa (A)



Alternativa (B)



Alternativa (C)



Alternativa (D)

Todos os professores (*D1, D2, D3, D4, D5, D6, ..., D20*) responderam corretamente, não sendo evidenciado a existência de fatores que remetesse a algum tipo de concepção alternativa que não conseguissem fazer com eles observassem o equilíbrio adequado.

Posteriormente no quesito 5, buscamos investigar se na concepção desses docentes existia algo em comum sob a ótica dos conceitos da Física apresentadas nas situações (I) e (II) do quesito 4. A partir das respostas apresentadas pelos 14 (quatorze) docentes (*D1, D2, D4, D5, D6, D9, D11, D13, D15, D17, D16, D18, D19, D20*) que responderam ao quesito 5, surgiram as seguintes subcategorias emergentes, conforme podemos observar no Quadro 6 a seguir:

5) Na sua concepção existe algo em comum sob a ótica dos conceitos da Física nas situações (I) e (II) do quesito 4? Justifique a sua resposta.

Quadro (6): Pontos em comum apresentados pelos docentes sob a ótica dos conceitos da Física nas situações (I) e (II) do quesito 4.

Subcategorias (Emergentes)	Respostas representativas	Docentes
Terceira lei de Newton.	<i>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.</i>	(D17)
Equilíbrio dos corpos.	<p><i>D2: Sim. O equilíbrio das forças que atuam sobre os corpos em questão.</i></p> <p><i>D4: Sim. As duas situações apresentam corpos nos quais uma força exercida pela superfície de contato equilibra a força peso.</i></p> <p><i>D6: Para que os corpos mantenham suas possíveis de equilíbrio é preciso que a resultante das forças sobre os corpos seja nula, sendo assim é a força normal que somada a força peso do bloco tem quando somadas da resultante zero, garantindo o equilíbrio, da mesma maneira que a força de empuxo agindo sobre o navio quando somada à força peso também tem resultante zero. Vale destacar que tanto a força normal quanto a força de empuxo são forças de contato.</i></p> <p><i>D11: Sim. Ambas para se manterem em equilíbrio apresentam uma força peso sendo aplicadas sobre elas e uma força contrária.</i></p> <p><i>D19: Existe, considerando que a força normal e o empuxo surgem como reação a força exercida de cima para baixo.</i></p>	(D1, D2, D4, D5, D6, D9, D11, D13, D15, D16, D18, D19, D20)

Fonte: própria autora.

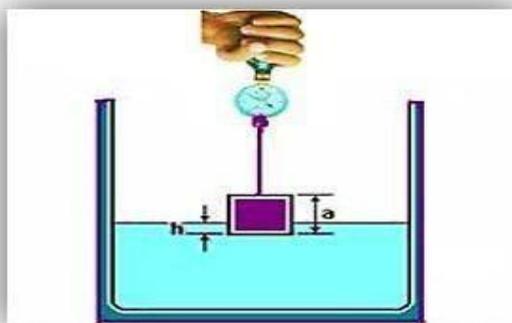
A partir dos dados apresentados no Quadro 6 observa-se que, apenas o *D17*, citou diretamente a Terceira Lei de Newton como consequência das situações (I) e (II) apresentada na questão quatro acima. Já os 13 (treze) docentes restantes (*D1, D2, D4, D5, D6, D9, D11, D13, D15, D16, D18, D19, D20*) identificaram adequadamente a situação do equilíbrio dos corpos a partir de forças contrárias (forças de ação e reação), mas não citam diretamente essa ação e reação como consequência da Terceira Lei de Newton.

Na sexta questão do questionário foi colocada para os docentes a seguinte situação:

6) - 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?

Dos vinte docentes, dezessete (*D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20*) responderam este questionamento. Através das respostas deles surgiram as seguintes subcategorias emergentes apresentadas no Quadro 7.

Quadro (7): Passo a passo utilizados pelos docentes para resolver a situação exposta no Quadro 1.

Subcategorias (Emergentes)	Respostas representativas	Docentes
Aplicação da Terceira Lei de Newton.	<p>D19: Inicialmente identificaria as forças envolvidas na situação e desenharia o esquema de forças. Depois disso, considerando que está em equilíbrio e aplicando a terceira lei de Newton, chegaria a igualdade da força peso com a soma da força de tração e do puxo ($E + T = P$). Analisaria situação inicial temos que $P = T$, já no segundo momento surge o empuxo ($E + T = P$). Isolando o empuxo na expressão e substituindo os valores determinamos o valor de 8 N, e observaria que apenas metade do volume do cubo está submerso, logo, $8 = (0,001)/2 \cdot D \cdot 10$ Isolando D que representa a densidade achamos a resposta.</p>	(D19)
Utilização do princípio da “Ação e reação”.	<p>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 já equação para poder determinar seu valor.</p> <p>D8: Após a leitura atenciosa do problema junto aos alunos identificaria todas as forças envolvidas e as representaria com vetores, identificando assim as operações vetoriais necessárias e as equações para cada caso (peso e empuxo), após isso revisaria volume dos sólidos, nesse caso um cubo, e determinando a parte mergulhada no líquido, metade, logo depois substituindo os valores dados e os valores encontrados nas equações e determinando a densidade do líquido. (Docente 8)</p> <p>D14: Em primeira instância, mencionaria para os alunos para realizarmos uma leitura</p>	(D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D13, D14, D15, D18, D20)

minuciosa do problema e extrair os dados da questão, como também o que a questão está exigindo que eu encontre. Nessa perspectiva, iríamos utilizar as relações entre as forças que atuam sobre o bloco para encontramos o valor do empuxo. Exemplo: $P(\text{peso}) - T(\text{tração}) = E$ (empuxo) Em seguida encontraríamos o volume do cubo através da fórmula do Volume: $V = a^3$ Por fim, substituiria os todos os valores encontrados na fórmula de empuxo para encontrar a densidade do líquido. $E = V \cdot d \cdot g$.

D15: Primeiro encontrar o volume. $V = a^3 = 0,1^3 = 0,001m^3$. Ressaltando aqui que só estar imerso na metade. Em seguida tem que observar a situação inicial, estiver pendurado no ar temos que encontrar a força peso e a norma. Já na situação dois temos uma força que atua que é empuxo e uma outra força será igual um peso para baixo. Diante disso temos o valor do empuxo. Agora iremos encontrar a densidade. $F1 = P = 40 \text{ N}$; $F2 = P - E = 40 - E$; $E = 8 \text{ N}$; $E = ml. g = dl. Vl. G$; $8 = 0,0001/2. dl. 10$; $dl = 8/0,005 = 16000 \text{ kg/m}^3$ agora é só converter em g/cm^3 $dl = 1,6 \text{ g/cm}^3$. (D15)

Realização de Atividades experimentais.	<i>D16: Tentaria realizar uma demonstração prática com eles e, logo em seguida, relacionaria com as equações matemática envolvidas.</i>	(D16)
---	---	-------

Aplicabilidade diretamente de equações matemáticas.	<i>D17: $E = d \cdot g \cdot h \rightarrow 8 = d \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \rightarrow d = 8/0,5 > d = 16 \text{ kg/m}^3$ ou $d = 16 \cdot 10^3 / (10^2)^3 \cdot g/cm^3 = 16 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3 = 0,016 \text{ g/cm}^3$.</i>	(D17)
---	--	-------

Fonte: própria autora.

A partir dos dados expostos no Quadro 7 observa-se que, dos dezessete (D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D13, D14, D15, D16, D17, D18, D19, D20) que responderam este questionamento, somente o D19, citou diretamente a Terceira Lei de Newton como consequência da situação apresentada no Quadro 1. Dos 16 (Dezesseis) restantes, 14 (quatorze) (D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D13, D14, D15, D18, D20) trazem todos os elementos que falam da ação e reação. No entanto, apesar desses docentes não citarem especificamente a Terceira Lei de Newton, só o fato deles afirmarem que trabalham a situação do Quadro 1 como a ação e reação já se torna

perceptível que eles possuem a ideia do que seja a Terceira Lei de Newton. Esse ponto está explícito no discurso desses docentes, uma vez que, ao citarem a ação e reação como consequência da situação apresentada no Quadro 1, fica evidente que eles possuem conhecimento a respeito da Terceira Lei de Newton, visto que não há como os docentes afirmarem que a situação apresentada no Quadro 1 é um caso de ação e reação se eles não possuírem conhecimentos a respeito da Terceira Lei de Newton, ou seja, do princípio da ação e reação.

As falas desses docentes (*D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D13, D14, D15, D18, D20*) revelam indícios de que eles reconhecem a importância da participação ativa dos alunos durante a resolução de problemas Físicos. Esse processo de interações entre alunos e professores, podem influenciar no processo de apropriação e adaptação dos significados conceituais, tendo em vista que os discentes são induzidos a interpretar e manifestar as suas opiniões. Segundo Novak (2000), o interesse e a pré-disposição em querer aprender, está fortemente ligada com a experiência afetiva que o estudante possui no campo educativo, assim, para este autor, no campo educacional qualquer acontecimento precisa ser acompanhado por uma experiência afetiva, uma ação na qual a ocorre trocas de significados (pensar) e sentimentos entre o docente e o discente.

Na fala do *D16* fica evidente que ele reconhece a importância da contextualização no ensino de Física através do uso de demonstrações práticas. Assim, o uso de atividades experimentais para abordar com os alunos os conteúdos da disciplina de Física, podem leva-los à uma participação efetiva, promovendo observação e reflexão de suas ações. Ainda pode-se observar também que o uso de atividades experimentais podem propiciar uma melhor assimilação dos temas abordados pela disciplina de Física contribuindo de forma significativa para à evolução conceitual dos estudantes.

Na fala do *D17* foi notório a utilização diretamente de equações matemáticas e sem contextualização no Ensino de Física o podem gerar obstáculos na retenção dos conteúdos pelos alunos e em muito dos casos, podendo levar os discentes à memorização de muita informação. Tal situação corrobora com o exposto pelos documentos oficiais Brasil (2002) e Brasil (2018), os quais afirmam que o uso direto de equação matemática no Ensino de Ciências, sem a valorização da contextualização dos conteúdos e a exploração de situações cotidianas, induzem os discentes a memorização de fórmulas matemáticas, não contribuindo dessa forma para o desenvolvendo das competências e habilidades dos estudantes (Brasil, 2002; Brasil, 2018).

E de acordo com esta concepção e fundamentada nas ideias de Ausubel (2003), a pouca contextualização no Ensino de Ciências é um dos motivos que podem gerar obstáculos e entendimentos pouco adequados e significativos em relação a compreensão dos conteúdos de Física. Tem-se ainda que tal situações podem gerar obstáculos para a promoção do indício de uma AS dos conteúdos pelos estudantes, podendo direcioná-los para uma aprendizagem mecânica, de modo que a nova informação será armazenada pelo estudante de forma arbitrária, literal e não substancial, desse modo não atribuindo nenhum tipo de significado para o aprendiz (Ausubel, 2003).

Um ponto importante a ser ressaltado em relação a resposta do docente *D17* a este quesito 6, refere-se ao fato de que o conhecimento exposto por ele na resolução da questão, parece não ter relação com o seu tempo de formação e experiência em sala de aula. (Ver Tabela 3). O uso diretamente de equação matemática no ensino de Física, podem dificulta os alunos a desenvolverem as suas potencialidades cognitvas, o seu raciocínio, as suas potencialidades e habilidades.

Este tipo de abordagem apresentada pelo docente *D17*, pode está ligado com a sua formação acadêmica, que de acordo com Cabreira (2016), a grade curricular dos cursos de exatas em geral, citando por exemplo a disciplina de Física, dá uma ênfase maior para as disciplinas da áreas de cálculo, em desvantagem as relativas às metodologias de ensino é didáticas, em outras palavras, aquelas que tratariam da Física escolar e contextualizada.

Na sétima questão do questionário foi colocada para os docentes, a seguinte afirmação:

7) 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.

De acordo com a respostas dos docentes, doze (*D2, D3, D4, D5, D6, D7, D9, D11, D13, D17, D19, D20*) responderam que não, seis (*D1, D10, D14, D15, D16, D18*) responderam que sim, o (*D8*), justificou que a afirmação pode está correta como não é o docente (*D12*) não respondeu citando apenas o princípio da ação e reação como consequência da situação exposta.

Para os docentes que responderam negativamente, 1 (um) docente (*D4*) teve a justificativa ancorada a incoerência da afirmação acima com a Terceira Lei de Newton. Já os 11 (onze) (*D2, D3, D5, D6, D7, D9, D11, D13, D17, D19, D20*) docentes restantes,

apesar deles não citarem diretamente a Terceira Lei de Newton, trazem todos elementos que falam da ação e reação, sendo possível observar mais uma vez que os mesmos detêm de conhecimentos a respeito da Terceira Lei de Newton, uma vez que não seria possível afirmarem que a situação exposta na questão sete acima é um caso de ação e reação, se eles não dispusessem de conhecimentos a respeito da Terceira Lei de Newton (princípio da ação e reação). Assim, ao citarem o princípio da ação e reação ou ação e reação fica perceptível que os docentes realizam a reconciliação com a Terceira Lei de Newton, conforme observado nas respostas a seguir:

Não. Como ele pode exercer uma força no vácuo, onde não se tem absolutamente nada, nem ar. Ou seja, afirmação está equivocada. (D3)

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. (D4)

A afirmação está incorreta, uma vez que se o astronauta toca o vazio ele não toca a matéria (pois essa não existe ali), logo ele não aplica força sobre nenhum corpo. (D6)

Não, não temos a força de reação, vácuo. Por exemplo um foguete para se mover ele solta um gás quente que depois é empurrado por mais gás e o primeiro gás que saiu do foguete empurra a massa de gás que o foguete está soltando, logo o foguete é empurrado pra frente. (D7)

Não porque força implica interação, a menos que se discuta o conjunto de forças entre as partículas que compõem o braço, a mão, etc, do astronauta. Uma partícula não interage consigo mesma (espaço vazio). Poderia se discutir, em contraposição, o exemplo de um foguete expelindo gases no espaço vazio. (D9)

Não. Pois no espaço vazio ele não está sofrendo resistência então não necessita exercer uma força para quebra-la. (D11)

Não. Pois a força existe devido à interação entre dois corpos. Neste caso, o astronauta toca o "espaço vazio", logo não há uma interação e, portanto, ele não exerce força. (D13)

Não, pois não há interação entre corpos, não há transferência

de energia, se não há deslocamento de massa, não há aceleração, logo não há força de Interação. (D17)

Não, pois para falarmos de força é necessário haver interação entre corpos, ou corpos e líquidos ou fluídos. (D19)

Não, pois se analisarmos um pouco sobre o conceito de força, para aplica-la é necessário alterar o estado de um corpo. Se está vazio o espaço não iríamos alterar o nada. (D20)

Para os docentes (D1, D10, D14, D15, D16, D18) que responderam afirmativamente, o D16 teve a justificativa ancorada diretamente a Terceira Lei de Newton, 3 (três) (D10, D15, D18), trazem elementos que falam da ação e reação, sendo perceptível mais uma vez que eles possuem conhecimentos a respeito da Terceira Lei de Newton, uma vez que não seria possível citarem a ação e reação se esses docentes não tivessem conhecimentos a respeito da Terceira Lei de Newton (princípio da ação e reação). Deste modo é perceptível que esses docentes ao citarem o princípio da ação e reação ou ação e reação realizam a reconciliação com a Terceira Lei de Newton. 2 (dois) (D1, D14) docentes não apresentaram nenhuma justificativa, conforme pode ser observado nas respostas a seguir:

Sim. Não acredito no espaço puramente vazio. (D1)

Sim, o espaço vazio se caracteriza como vácuo e no vácuo só não acontece a reação dessa força aplicada no soco. (D10)

Sim, pois as moléculas existentes no espaço saíram do seu estado de inércia. (D14)

Sim. A força está sendo exercida quando acontece o movimento para efetuar o soco. (D15)

Sim, terceira Lei de Newton (ação e reação). (D16)

Sim, ação e reação. (D18)

Para os docentes que responderam que a afirmação exposta acima pode está correta como não, trazem a seguinte justificativa:

A frase resulta em uma dubiedade, pois a questão é: onde ele está aplicando essa força? Sobre qual objeto? Se formos pensar na força como agente atuante sobre um objeto, não fará sentido, pois como o próprio enunciado afirma, o espaço

(meio) é vazio. Isto é, não há objeto de aplicação. Mas se formos pensar na execução do movimento (motor) isto é, o próprio soco do astronauta, podemos considerar sim a aplicação da força, que proporciona o movimento nos constituintes mecânicos corporais. (D2)

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. (D8)

Somente o *D12* não respondeu se a afirmação acima está correta ou não, ele apenas cita o princípio da ação e reação como consequência da situação exposta, como pode ser observado na resposta a seguir:

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

É possível observar que este docente apresenta a concepção espontânea, de que ação e reação se anulam, o que contraria a Terceira Lei de Newton, que prevê que as forças de ação e reação atuam em corpos diferentes, e, portanto, não se anulam. Esta dificuldade corrobora com o que foi observado nas pesquisas dos autores Talim (1999) e Silva e Nonenmacher (2018).

A partir das respostas dos docentes *D8* e *D18* para o quesito 7, um ponto destacado está relacionado ao conhecimento exposto por esses docentes em relação a afirmação apresentada, não consta ter relação com o tempo de formação e experiência deles em sala de aula. (Ver Tabela 3). Apesar deles trazerem todos os elementos que falam da ação e reação, demonstrando que possui conhecimentos a respeito da Terceira Lei de Newton, ficou evidente que eles apresentam esse conhecimento de forma errônea no quesito 7, pois a afirmação exposta neste quesito está incoerente com o proposto pelo princípio da ação e reação, que prevê a força como sendo resultado da interação entre pelo menos dois corpos.

Na questão oito do questionário tivemos a seguinte situação:

8) 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?”

De acordo com as respostas dos docentes, dez (*D2, D4, D8, D9, D10, D12, D13, D16, D17, D19*) disseram que sim e dez (*D1, D3, D5, D6, D7, D11, D14, D15, D18, D20*) responderam que não utilizaram alguma vez a Terceira Lei de Newton para discutir o princípio de Arquimedes (Força de Empuxo) com seus discentes da educação básica.

Na questão 9 solicitamos que realizassem a seguinte análise:

9) - 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 os docentes que responderam afirmativamente (*D2, D4, D8, D9, D10, D12, D13, D16, D17, D19*), na visão desses professores, a conceituação da 3ª Lei de Newton, para discutir o princípio de Arquimedes (Força de Empuxo) com seus alunos da educação básica, permitiu aos estudantes a visualização da correlação existente entre esses dois conceitos. Corroborando com Ausubel (2003), o qual retrata que o relacionamento entre os conteúdos que já foram vistos pelos alunos com as novas informações que estão sendo trabalhadas é uma das melhores formas para os estudantes reterem os conteúdos assimilado. Ainda de acordo com este autor, a correlação existente entre os conteúdos pode se manifestar como sendo um importante elemento na facilitação da retenção dos conteúdos. Assim, o relacionamento do Empuxo (Princípio de Arquimedes) a partir da Terceira Lei de Newton pode possibilitar ao docente verificar se os contrastes, semelhanças e os conceitos estão sendo apreendidos de forma adequada pelos discentes.

Tem-se ainda que a experiência, por meio de exemplos do cotidiano, despertou a motivação dos estudantes, estimulando uma participação ativa deles. Corroborando com os autores Pereira (2016) e Oliveira (2021), os quais descrevem que um dos motivos que podem ocasionar a participação ativa dos alunos está na capacidade da relação entre os conceitos físicos com situações cotidianas, tal relacionamento pode contribuir para facilitar a compreensão dos conteúdos de Física, como também na construção do conhecimento científico.

No entanto, a conceituação da 3ª Lei de Newton para discutir o Princípio de Arquimedes podem facilitar a aprendizagem dos conteúdos, uma vez que ela permite a relação entre os temas abordados pela disciplina de Física. Assim, a retomada dos conceitos já discutidos anteriormente podem contribuir para reforçarem as relações significativas e existentes entre os conceitos mais específicos e mais inclusivos. Tal relacionamento podem tornarem as aulas de Física mais interessantes, motivadoras e interativas, promovendo interações entre alunos e professores.

Já as dificuldades apresentadas foram a falta de recursos para a realização de práticas experimentais, conforme pode ser observado nas respostas a seguir:

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

Em geral eu defino o empuxo como "a força que um fluido em equilíbrio exerce sobre um corpo total ou parcialmente imerso". Na situação de equilíbrio, essa força é vertical e para cima. Utilizo o Princípio da Ação e Reação para explicar, por exemplo, que o corpo também exerce força no fluido. Na questão do quadro 1, por exemplo, se houvesse uma balança sob o aquário, que indicasse "x newtons" antes da colocação do cubo, ela passaria a indicar "(x+8) newtons" após a imersão parcial do cubo. Não sei se foi a intenção da pergunta, ou se eu não entendi direito, "você já utilizou alguma vez essa lei para discutir o princípio de Arquimedes", ficou parecendo que a intenção é justificar a força empuxo pela Terceira Lei... equivocadamente. (D4)

Com um recipiente com água consegui demonstrar que o peso do corpo sobre a na agora verticalmente para baixo representava a ação e a reação seria representada pelo empuxo sendo aplicado no corpo verticalmente para cima, com essa análise experimental simples pude discutir o princípio de Arquimedes e a terceira Lei de Newton. 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.
(D8)

Basta usar o exemplo prático de tentar empurrar algo como um isopor ou boia qualquer na água. Percebi que a experiência faz com que a turma participe, se sinta motivada.
(D9)

Em relação a dificuldade apresentada, como a falta de recursos para a realização de práticas experimental, é importante ressaltar que essa dificuldade já vem sendo apontadas frequentemente há alguns anos pelos professores de escolas da rede pública. O que fica evidente, que essas dificuldades já existem a tempo é continuam permanecendo atualmente nos ambientes escolares.

Para os professores que responderam negativamente (D1, D3, D5, D6, D7, D11, D14, D15, D18, D20), três (D3, D5, D6) tiveram a justificativa ancorada na carga horária reduzida da disciplina, o que, na visão desses professores impede que o tema de Empuxo seja abordado, também sendo um obstáculo apontado pelos docentes como sendo um dos fatores pelo qual os impede de fazerem a relação do conteúdo de empuxo a partir da Terceira Lei de Newton. Outros obstáculos apresentados como sendo um fator impeditivo na conceituação da 3ª Lei de Newton para discutir o princípio de Arquimedes (Força de Empuxo) com os estudantes da educação básica está ligado ao fato de que geralmente esses dois conteúdos são discutidos no ensino em capítulos distintos, ou seja, de forma individual, os conteúdos estão expostos nos livros didáticos de forma resumida, e a não análise anterior com relação da possibilidade de relacionar os dois conceitos, conforme observado nas respostas a baixo:

A terceira lei de Newton é abordada durante as aulas de física, porém não costumo relacioná-la interligando com o conteúdo empuxo. Isso ocorre devido a diversos fatores; dentre os quais posso destacar um: pouca aula de física no primeiro ano do ensino médio, apenas 1 aula de 50 minutos por semana. Depois da reformulação do novo ensino médio houve uma grande perda dos conteúdos ministrados devido a nova grade curricular, isto é, as aulas ficaram mais "corridas" e basicamente durante todo o ano os alunos não estudam grande parte dos conteúdos de física, inclusive, empuxo. (D5)

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. (D3)

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. (D6)

Outras categorias também foram visualizadas como: a ausência de recursos lúdicos a serem utilizados em salas de aula, a falta da habilidade para relacionar os conteúdos. Outros fatores alegados são a falta de tempo para lecionar o conteúdo de empuxo, devido à grande quantidade de conteúdos destinados ao ano letivo e a carga horária da disciplina de Física ser curta. Soma-se ainda a falta de base matemática dos estudantes, conforme observado nas respostas a seguir. Corroborando com os autores Sebastiany *et al.* (2009), Silva (2015) e Leal e Costa (2016), os quais descrevem que um dos motivos que podem gerar obstáculos para que os conteúdos da hidrostática (Empuxo) venham sendo abordado de forma mínima no Ensino médio de Física, está ancorado a carga a horária da disciplina de Física, sendo que em alguns casos os estudantes não chegam a terem contato com esses conteúdos, tratando-se de constituir curricularmente na rede ou nos livros didáticos no final do período letivo.

Assim, a não abordagem do conteúdo de Hidrostática na educação básica, pode futuramente ser um fator que poderá ocasionar dificuldade nos alunos em relação à compreensão de vários conceitos da Física que irão surgir mais adiante (Oliveira, 2021).

Na verdade, quando abordo leis de Newton não dá tempo nem explorar muita coisa, pois o ano letivo é finalizado, acho muito importante essas abordagens, sempre tive em mente que englobaria conteúdos de diferentes ramos da Física, porém na prática a realidade é bem diferente, ao invés de estar passando o conteúdo muita das vezes me vejo revisando matemática básica já que a grande maioria dos alunos chegam ao ensino médio com esse déficit. Hoje vejo que não existe uma aula bem programada que possa funcionar de maneira coerente, há muitos empecilhos na educação básica. (D1)

Por conta que ainda não foi possível trabalhar tal conteúdo em sala com os alunos. (D11)

Falta de base matemática e recursos lúdicos. (D12)

Dificuldade de chegar nesse assunto, não dá tempo. (D18).

O único momento que foi abordado sobre empuxo em sala de aula foi algo bem rápido. (D20)

Outra categoria que foi observada refere-se ao fato dos professores estarem presos/dependentes dos livros didáticos. Soma-se ainda que a grande maioria dos livros didáticos em si não apresentam nem um tipo de relação entre os conteúdos, ou seja, uma reconciliação integradora, conforme observado nas respostas a seguir:

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. (D14)

Não porque, não tinha feito essa associação e não vir algo relacionado no livro didático. (D15)

Tal situação apresentada pelos docentes (D14, D15) corrobora com os resultados obtidos nesta pesquisa, a partir da análise documental em livros didáticos de ciências aprovados na PNLD no ano de 2021, o qual teve como objetivo investigar, se nesses livros é realizada a reconciliação integradora entre o conceito de Empuxo no Princípio de Arquimedes a partir da Terceira Lei de Newton. Com relação a reconciliação integradora entre esses conceitos e os dados coletados em 12 (doze) livros, dos 5 (cinco) que abordaram o conteúdo de Empuxo em seus capítulos foi identificado que apenas a obra de Mortimer *et al.* 2021 buscou realizá-la, as outras obras não demonstraram de forma explícita, uma vez que os autores dos livros analisados não buscaram retornar à hierarquia dos conceitos afim de reforçarem as relações significativas existentes entre os conceitos mais específicos e mais inclusivos.

Assim, é perceptível que a maioria dos livros didáticos fazem a abordagem dos conteúdos de forma contrária ao que é proposto pelo princípio da reconciliação integradora descrita por Ausubel (2003), separando as ideias e os tópicos em capítulos e seções, não contribuindo deste modo para o favorecimento da existência da diferenciação progressiva como também para a não exploração, de forma explícita, das relações existentes entre proposições e conceitos afim de poder reconciliar inconsistências reais ou

mesmo aparentes e não atingindo, deste modo, o que Ausubel chama de reconciliação integradora (Moreira, 2006).

Um ponto importante a ser destacado é que, a partir das respostas afirmativa na utilização da conceituação da Terceira Lei de Newton para discutir o Princípio de Arquimedes com os estudantes da educação básica apresentadas pelos docentes (D2, D4, D8, D9, D10, D12, D13, D16, D17, D19), foi possível observar que os docentes que relatam as suas experiências, dificuldades, estratégias e recursos utilizados no quesito 9, são os mesmos que responderam afirmativamente ao quesito 8.

A questão dez do questionário traz a seguinte condição:

10) - 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:

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.

Os livros didáticos de física não tratam os temas de forma a realizar conexões entre os diferentes conceitos da física.

Os documentos curriculares nacionais não preveem e nem favorecem ao exercício da profissão em sala de aula realizando ligações entre os conceitos e ideias.

Falta de habilidade do professor de física em trabalhar os conceitos de física criando hierarquização e ligações entre conceitos e ideias.

Outros.

Nesta questão os docentes poderiam marcar mais de uma alternativa. De acordo com as respostas obtidas, o (D7), atribuiu diretamente essas dificuldades a circunstancia de que, “ *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 descreve que as componentes curriculares de Ensino atribuiu uma atenção insuficiente para as ideias centrais das matérias de Ensino. Ainda de acordo com tal autor, os currículos devem buscar apresentar as ideias centrais das matérias (componentes curriculares), uma vez que a compreensão das ideias centrais podem trazer grande contribuição para aos docentes e discentes, podendo facilitar a AS de conceitos que estão subordinados, além de atribuir sentido aos estudantes em relação aos conceitos que estão sendo aprendidos.

Seis docentes (D10, D11, D12, D14, D15, D16) responderam diretamente que ***“Os livros didáticos de física não tratam os temas de forma a realizar conexões entre os diferentes conceitos da física”.*** Tal situação já era exposta por Moreira (2006), em que este autor explicita que a maioria dos livros didáticos não buscam propiciar a diferenciação progressiva nem a reconciliação integradora entre os conteúdos. Tem-se ainda que a maioria dos livros didáticos não buscam retornar à hierarquia dos conceitos afim de reforçarem as relações significativas existentes entre os conceitos mais específicos e mais enclusivos. Corroborando também com os resultados obtidos por esta pesquisa na análise documental dos livros didáticos de Ciências aprovados na PNLD no ano 2021.

D2 atribuiu diretamente que essa dificuldade está relacionada a, ***“Falta de habilidade do professor de física em trabalhar os conceitos de física criando hierarquização e ligações entre conceitos e ideias”.***

D8, D4 e D20 responderam de modo direto que essa dificuldade está relacionada a circunstância de 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 tema”.***

Diante disso é perceptível que esses docentes apresentam insatisfação em relação aos cursos de formação inicial de professores. De acordo com Nóvoa (1995) os cursos de formação inicial e continuada de professores devem apresentar uma grande importância para a formação profissional do professor, ultrapassando a obtenção de técnicas e conhecimentos que são construídas através de acumulação de cursos e se efetivando por meio de um trabalho com reflexões críticas relacionadas as práticas docentes. Assim, Tardif (2014) ressalta que o aprimoramento da prática docente requer de cursos de formações especializados e profissionais. Diante desse contexto, Nóvoa (1995) complementa enfatizando que as atividades ligadas à formação inicial e

continuada de docentes se apresentam como sendo de grande importância para o profissional da educação e a sociedade em geral.

Já os docentes restantes (D1, D3, D6, D9, D13, D17, D18, D19) atribuíram que essas dificuldades estão relacionadas com mais de uma circunstância, conforme observado nas respostas:

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. (D8)

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; Os livros didáticos de física não tratam os temas de forma a realizar conexões entre os diferentes conceitos da física; Os documentos curriculares nacionais não preveem e nem favorece ao exercício da profissão em sala de aula realizando ligações entre os conceitos e ideias; Falta de habilidade do professor de física em trabalhar os conceitos de física criando hierarquização e ligações entre conceitos e ideias. (D9)

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; Os livros didáticos de física não tratam os temas de forma a realizar conexões entre os diferentes conceitos da física; Falta de habilidade do professor de física em trabalhar os conceitos de física criando hierarquização e ligações entre conceitos e ideias. (D13)

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; Os livros didáticos de física não tratam os temas de forma a realizar conexões entre os diferentes conceitos da física. (D17)

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; Os livros didáticos de física não tratam os temas de forma a realizar conexões entre os diferentes conceitos da física. (D18)

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; Os livros didáticos de física não tratam os temas de forma a realizar conexões entre os diferentes conceitos da física; Os documentos curriculares nacionais não preveem e nem favorece ao exercício da profissão em sala de aula realizando ligações entre os conceitos e ideias. (D19)

Na questão onze do questionário foi exposta o seguinte questionamento:

11) Caso tenha considerado que exista outro motivo que não esteja contemplado na relação descrita no quesito 10, apresente-o a seguir.

Quatro docentes (D4, D5, D17, D18) apresentam outros motivos além dos já explicitados no quesito 11. Através das respostas deles sugeriram as seguintes subcategorias emergentes conforme expostas no Quadro 8.

Quadro (8): outros motivos que gera dificuldades na compreensão da terceira lei de Newton presentes nas respostas dos docentes.

Subcategorias (Emergentes)	Respostas representativas	Docentes
Dificuldade do aluno decorrente do sendo comum.	<i>D4: A dificuldade do estudante é natural; decorre do senso comum. Se ele permanecer com a dificuldade após assistir nossas aulas, a dificuldade é nossa. Aí eu marcaria a primeira opção da questão 10. Indo um pouco além, eu afirmaria que até os professores dos cursos de formação deveriam estar em permanente reciclagem.</i>	(D4)
Falta de valorização do profissional da educação.	<i>D5: Na minha opinião uma das maiores dificuldades dos alunos não entenderem os conceitos descritos, estão relacionados a diversos fatores, no qual posso destacar dois. Primeiro: acredito que deveria ter uma valorização ao profissional de educação, ou seja, muitos colegas ministram aulas em vários lugares, enchem-se de carga horária e devido a correria do dia a dia fica sem tempo para preparar uma aula diferenciada, logo isso compromete seu rendimento em sala de aula dificultando também o entendimento dos alunos nos conteúdos trabalhados. Sugestão acredito que se o estado valorizasse mais o profissional de educação, reduzindo sua carga horária, ou seja, o profissional trabalhasse 40 horas semanais, recebesse um salário digno, porém ter só um vínculo. Segundo: A própria física é vista por grande parte</i>	(D5)

	<i>dos alunos como uma disciplina de difícil compressão, devido a sua linguagem que depende da matemática, infelizmente isso tem um impacto muito grande na aprendizagem dos conceitos apontados no texto.</i>	
Falta de habilidades dos docentes.	D17: Pode ser falta de habilidade de alguns professores, mas não só! Inúmeros fatores como motivação pessoal, engajamento da turma, tempo de aula, currículo fechado da escola.	(D17)
Redução na carga horária da disciplina de Física.	D17: Pode ser falta de habilidade de alguns professores, mas não só! Inúmeros fatores como motivação pessoal, engajamento da turma, tempo de aula , currículo fechado da escola.	(D5, D17, D18)
Falta de organização curricular.	D18: Falta desorganização curricular, tempo insuficiente para executar o programa.	(D18)

Fonte: própria autora.

Para os 4 (quatro) docentes (D4, D5, D17, D18) que apresentaram outros motivos conforme exposto no Quadro 8, eles atribuem está dificuldade dos alunos a tais circunstâncias: a dificuldade do aluno é natural e decorrente do senso comum (D4). Corroborando com os autores Valadares (1995), Pimentel (2007) e Freitas, Ferreira e Ustra (2016), que observam que um dos fatores que podem gerar obstáculos na aprendizagem dos alunos são as suas concepções espontâneas, a quais são apoiadas nas suas intuições e senso comum.

Outras categorias visualizadas refere-se a falta de valorização do profissional da educação e o fato dos alunos possuem uma concepção de que a disciplina de Física e de difícil compreensão com ênfase na resolução de cálculos matemáticos (D5).

Corroborando com autores Alves e Stachak (2005), Araújo e Uchoa (2015) e Vieira (2020) os quais descrevem que um dos motivos que podem gerar obstáculos na compreensão dos conteúdos da disciplina de Física pelos alunos é que, na visão dos estudantes, o ensino de Física é de difícil compreensão.

Ainda segundo os autores citados, nota-se que a maior preocupação dos estudantes está direcionada na obtenção de notas para passar de série, ao invés de aprender os conteúdos que são abordados na disciplina, esquecendo-os rapidamente. Desse modo, a

aprendizagem torna-se puramente mecânica, baseada em memorização de teorias e fórmulas, surgindo a dificuldade dos alunos em relação aos conteúdos propostos durante o ano letivo, acarretando problemas futuros em sua aprendizagem. Fato este que corrobora com o proposto pelos PCN “a memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades desejáveis no Ensino Médio” (Brasil, 2002, p. 34)”.

Outras categorias também foram visualizadas como: falta de habilidade dos docentes, motivação pessoal, engajamento da turma (*D17*), carga horária reduzida e falta de organização curricular (*D5*, *D17*, *D18*).

Vale destacar a falta de valorização do profissional da educação, sendo um dos fatores persistente na educação, tornando-se um desafio para a prática docente, uma vez que o baixo salário destinado ao profissional da educação leva aos mesmos a irem em buscar de complementar sua renda, diante disso, os docentes acabam ministrando aulas em diferentes escolas e turnos, o que por sua vez acaba sobrecarregando-os devido a sua carga horária exaustiva. Tal situação foi apontada pelo (*D5*), como sendo um fator que o impede de trabalhar com estratégias diferenciadas que visem uma aprendizagem significativa, comprometendo desse modo na aprendizagem dos alunos.

Fica evidente que os curso de especialização podem auxiliar de forma significativa para capacitar os profissionais da educação para lidar com os obstáculos e dificuldades que aparecem no ambiente escolar.

Assim, é necessário que o docente seja capaz de saber lidar com diferentes técnicas e métodos de ensino para que seu trabalho seja realizado de modo satisfatório.

Vale ressaltar que o docente precisa aprender a lidar com diferentes estratégias de ensino que visem a promoção de indícios de uma AS, uma vez que aprender está relacionado ao fato de buscar transformar as concepções existentes na mente do indivíduo, permitindo desse modo uma aproximação com o conhecimento científico e uma interação entre o conhecimento que ele já possui com a nova informação (Moreira, 2010).

A questão doze do questionário traz a seguinte questão:

12) “A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa ou 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?”

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

Já a questão treze do questionário traz o seguinte questionamento:

13) “Caso a resposta do quesito 12 seja afirmativa, apresente em qual local/situação você ouviu falar acerca da diferenciação progressiva e a reconciliação integradora”.

Por meio das respostas dos docentes (D2, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D12, D13, D16, D17) que responderam afirmativamente ao quesito 12, surgiram as seguintes subcategorias emergentes conforme mostradas no Quadro 9.

Quadro 9: Locais e situações apresentados pelos docentes que já ouviram falar da diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

Subcategorias (Emergentes)	Respostas representativas	Docentes
Curso de Pós-graduação a nível de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física.	D2: <i>Durante a disciplina Fundamentos Teóricos em Ensino e Aprendizagem, durante o curso de Pós-Graduação a nível de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física;</i> D4: <i>No MNPEF, mas de forma superficial;</i> D7: <i>Na UFS durante o curso de Licenciatura e no Mestrado;</i>	(D2, D4, D7, D16)

	<i>D16: Na universidade, no curso de mestrado.</i>	
Leitura de artigos acadêmicos.	<i>D5: Em artigos acadêmicos na internet, porém preciso ter uma leitura mais profunda acerca desse tema.</i> <i>D6: Durante as aulas da graduação; curso de especialização realizado e leituras de livros e artigos.</i>	(D5, D6)
Curso de graduação	<i>D6: Durante as aulas da graduação; curso de especialização realizado e leituras de livros e artigos;</i> <i>D7: Na UFS durante o curso de Licenciatura e no Mestrado;</i> <i>D9: Universidade (graduação) e em leituras posteriores de trabalhos sobre o tema, avaliação de TCC também.</i>	(D6, D7, D9)
Curso de especialização.	<i>D6: Durante as aulas da graduação; curso de especialização realizado e leituras de livros e artigos.</i>	(D6)
Curso de formação continuada.	<i>D8: Em cursos de formação continuada oferecidos aos professores da rede;</i> <i>D13: Em leituras que realizei e cursos de formação continuada que fiz/faço.</i>	(D8, D13)
Pesquisa individual para a elaboração da dissertação de mestrado e tese de doutoramento.	<i>D17: Pesquisa individual para elaboração da dissertação de mestrado e da tese de doutoramento. Nada na academia, apenas por definição e exclusão da teoria da aprendizagem significativa como objeto de minha pesquisa.</i>	(D17)

Fonte: própria autora.

De acordo com as respostas dos docentes expostas no Quadro 9, 4 (quatro) (D2, D4, D7, D16) relataram que ouviram falar acerca da diferenciação progressiva e a reconciliação integradora na universidade em disciplina do curso de Pós-graduação a

nível de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física, 2 (dois) (D5, D6) em leitura de artigos acadêmicos, 3 (três) (D6, D7, D9) em curso de graduação, 1 (um) (D6) em curso de especialização, 2 (dois) (D8, D13) em curso de formação continuada e 1 (um) (D17) em pesquisa individual para a elaboração da dissertação de mestrado e tese de doutoramento.

Cabe destacar também, que a partir das respostas afirmativa em relação aos docentes (D2, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D12, D13, D16, D17) que relataram que já ouviram falar sobre a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora no quesito 12, foram os mesmos que apresentaram locais e situação em suas respostas para o quesito 13.

Ao questionar os professores sobre:

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

De acordo com as respostas dos docentes, sete (D4, D5, D7, D8, D12, D13, D17) declararam que sim e treze (D1, D2, D3, D6, D9, D10, D11, D14, D15, D16, D18, D19, D20) que não utilizaram o processo de diferenciação progressiva e/ou reconciliação integradora em algum momento em suas aulas de física.

Buscamos verificar desses docentes se:

15) Caso a resposta do quesito 14 seja afirmativa, apresente, pelo menos, uma situação cotidiana em sala de aula em que você utilizou a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora”.

Para os sete (D4, D5, D7, D8, D12, D13, D17) docentes que responderam afirmativamente, os mesmos apresentaram as seguintes situações cotidianas em sala de aula, na qual eles fizeram o uso da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, como observado nas respostas a seguir:

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. (D4)

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. (D5)

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. (D8)

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. (D13)

As respostas dadas pelos docentes D4, D5, D8 e D13 estabelecem coerência relacionadas aos princípios fundamentados na TAS. De acordo esta teoria, para que aprendizagem aconteça de forma significativa, depende de três condições fundamentais, os conhecimentos prévios, pré-disposição do estudante em aprender e que o material de ensino seja potencialmente significativo (Novak, 2000). Além dessas

três condições, a TAS também considera que os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora são uma das melhores formas para os discentes reterem os conteúdos assimilados, para isto o docente precisa relacionar os conteúdos que já foram discutidos anteriormente com as novas informações que estão sendo trabalhadas.

Assim, nas respostas dos *D4*, *D5*, *D8* e *D13*, pode ser visualizada a presença dos princípios pragmáticos sendo eles: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, apesar de alguns docentes em suas falas manifestam dúvidas se estão fazendo o uso destes princípios.

Cabe destacar a importância do uso desses princípios, tendo em vista que o mesmo tem um potencial que pode vir a contribuir para melhorar a compreensão e assimilação dos conteúdos pelos alunos, uma vez que esses princípios permitem verificar se os contrastes, semelhanças e conceitos estão adequados, promovendo o processo de significados e o desenvolvimento superordenados entre os conceitos (Ausubel, 2003).

Também ficou evidenciado na fala desses docentes que os mesmos buscaram durante a abordagem dos conteúdos citados o retorno à hierarquia dos conceitos a fim de reforçarem relações significativas existentes entre os conceitos mais específicos e mais inclusivo, fato corroborado também por Ausubel (2003).

Também ficou evidenciado na fala desses docentes que eles reconhecem a importância dos conhecimentos prévios dos alunos como sendo um componente incentivador no processo de ensino e aprendizagem dentro do ambiente escolar. Corroborando com os documentos oficiais Brasil (2022) e Brasil (2018) que destacam a importância dos conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo, sendo capazes de contribuir para amenizar as dificuldades de compreensão dos alunos em relação aos conteúdos trabalhados na disciplina de Física. Tal situação também já era exposta na TAS proposta por Ausubel (2003) e Novak (2000), ressaltando que os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aprendiz servem de base para a compreensão e aquisição do novo conhecimento.

Já nas falas dos docentes *D7*, *D12* e *D17* não foi possível visualizar esses elementos, tendo em vista que os docentes *D7* e *D17* somente relataram os conteúdos da Física, no qual eles fizeram o uso desses princípios, e o *D12* mencionou que utilizou esses princípios em Projetos utilizando o Kahoot, conforme observado nas respostas a seguir:

No ensino de eletrodinâmica os alunos apresentam

dificuldades em entender por exemplo o que é um circuito aberto ou fechado, logo eu faço uso de uma placa de circuitos onde os estudantes montam um circuito série ou paralelo e as garras de jacaré se tornam a peça chave para mostrar o que está aberto ou fechado. (D7)

Projetos utilizando o Kahoot. (D12)

Exatamente no tema discutido. Leis de Newton. Termologia: processos de propagação do calor, eletricidade com condutividade elétrica dos materiais e elementos da tabela periódica, e magnetismo dos ímãs. (D17)

É importante destacar, que a partir das respostas afirmativa sobre a uso do processo de diferenciação progressiva e/ou reconciliação integradora em algum momento pelos docentes (D4, D5, D7, D8, D12, D13, D17) em suas aulas de Física, foi notório observar que os docentes que apresentaram exemplos e situações cotidianas em sala de aula que fizeram a utilização desses princípios no quesito 15, são os mesmos que responderam afirmativamente ao quesito 14.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS EM BUSCA DE UM RECOMEÇO

Ao longo dos anos, pesquisas e diretrizes educacionais direcionadas ao ensino de Física apontam estratégias de ensino diversificadas que podem e devem ser utilizadas pelos docentes a fim de propiciar um ensino de qualidade e que resulte em uma aprendizagem com significados para os estudantes.

Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo geral 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. As considerações aqui apresentadas referem-se ao processo de leitura, análise de documentos e também as respostas dos Docentes ao questionário do anexo II com a finalidade de procurar apresentar o processo de reconciliação integradora entre os conteúdos de Física como sendo uma estratégia de ensino que pode vim a contribuir para desencadear uma melhor compreensão dos conceitos científicos da Física. Infere-se que o uso da reconciliação integradora apresenta-se como de competência significativa e transformadora na construção de conhecimentos relacionados aos conceitos de Física, podendo ser uma estratégia de ensino que pode vim a contribuir para o aperfeiçoamento da prática e formação docente.

Assim, com o propósito de compreender esses sentidos, decidiu-se investigar o processo de reconciliação integradora no ensino de Física em relação ao conceito de Empuxo a partir da Terceira Lei de Newton . A análise da ocorrência de reconciliação integradora entre o conceito de Empuxo a partir da Terceira Lei de Newton se deu por meio das respostas dos docentes ao Questionário II, nomeado de “concepções de professores” o qual teve como objetivo verificar as concepções dos professores: se eles têm, usam, fazem ou não a reconciliação integrativa entre os conceitos da Terceira Lei de Newton e o Empuxo.

Por meio do aporte teórico e metodológico da ATD de Moraes e Galiazzi (2007), foi possível apresentar os resultados dos dados em categorias as quais se estenderam em proposições e que, diante de cada questionamento, proporcionavam conhecimentos e intervenções em relação às respostas dadas pelos docentes nos questionamentos.

A partir da análise das respostas dadas pelos docentes às perguntas do Questionário II, foi possível observar alguns fatores de impedimento na abordagem do conteúdo de Empuxo e a sua relação com o conteúdo da Terceira Lei de Newton: 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; a falta de habilidades do professor de Física em trabalhar os conceitos; a dificuldade do aluno decorrente do senso comum; a falta de valorização do profissional da educação; e a falta de organização curricular.

O não desenvolvimento da reconciliação integradora entre os conteúdos, segundo Ausubel (2003) é um elemento que dificulta a retenção dos conteúdos, na qual foi possível observar também nas repostas dos professores que eles entendem que a relação entre o conteúdo de Empuxo e a Terceira Lei de Newton contribuem para a ocorrência dessa reconciliação.

Diante disso, fica evidente que o ensino de Física vem enfrentando grandes dificuldades, apresentando desafios no exercício da docência, que podem ocasionar prejuízos nos ganhos de aprendizagem dos alunos, uma vez que dos 20 (vinte) docentes que participaram da pesquisa apenas 7 (sete) já utilizaram o processo de diferenciação progressiva e/ou reconciliação integradora em algum momento em suas aulas de Física, reconhecendo a importância de retornarem à hierarquia dos conceitos para reforçar a relação significativa existentes entre os conceitos mais específicos e mais inclusivos, fato esse corroborado com Ausubel (2003).

Esses docentes relataram que adquiriram conhecimentos desse princípio em instituições acadêmicas (cursos de mestrado e graduação), curso de formação continuada, leitura de artigos acadêmicos e em pesquisa individual em sua vida acadêmica.

Diante dos resultados apresentados, conclui-se que a inserção da reconciliação integradora no Ensino de Física poderá possibilitar o docente a fazer o relacionamento entre conteúdos, sendo uma estratégia promissora para o ensino dos conteúdos dessa disciplina. Tem-se ainda que o seu uso pode acabar contribuindo para o aperfeiçoamento da formação e prática docente, uma vez que a utilização da reconciliação integradora no ensino pode favorecer ao docente a retomada de hierarquia dos conceitos reforçando as relações significativas existentes entre os conceitos mais específicos e mais inclusivos, o que conseqüentemente contribui para o favorecimento do início de uma AS.

Assim, espera-se que esta pesquisa tenha contribuído para a identificação de caminhos pelos docentes que possam contribuir para a aprendizagem dos conteúdos Terceira Lei de Newton e o Empuxo pelos estudantes.

Dessa maneira, é pertinente aumentar e aprofundar as discussões teóricas sobre o princípio da reconciliação integradora, uma vez que proporcionam uma melhor retenção

dos conteúdos. Ficando como sugestão para pesquisadores interessados nesse tema, uma futura investigação dessa abordagem (reconciliação integradora) em um contexto de sala de aula com graduandos da licenciatura em Física, na qual podem envolver uma revisão bibliográfica em outras plataformas de base de dados, como: a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e a plataforma scopus da Capes e em artigos de línguas estrangeiras, para obter uma investigação mais aprofundada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

ALVES *et al.* (2020). Minifoguete a propelente sólido: aspectos teóricos e propostas experimentais para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, e20200390 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0390>.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/dTQnxcQT6TGhnkYmMx4H6Sx/?lang=pt>. Acesso em: 09 de Jan. 2023.

ALVES, Vagner Camarini; STACHAK, Marilei. A importância de aulas experimentais no processo de ensino-aprendizagem em física: eletricidade. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 01, 2005, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: CEFET-RJ, 2005. Disponível em:

http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/LCFIS_7859_1276288519.pdf. Acesso em: 18 de Abr. 2023.

ALVARENGA, Beatriz, Máximo, Antônio. Física – **De olho no mundo do trabalho**. 1ª ed. São Paulo: Scipione, 2006.

ARAÚJO, Ravera Pereira de; UCHOA, José Deuzimar. **As dificuldades na aprendizagem de física no Ensino Médio da escola estadual dep. Alberto de Moura Monteiro**. Disponível

em:<http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/bitstream/prefix/102/1/As%20dificuldades%20na%20aprendizagem%20de%20f%C3%ADsica%20no%20ensino%20m%C3%A9dio%20da%20Escola%20Estadual%20Dep.%20Alberto%20de%20Moura%20Monteiro.pdf>.

Acesso em: 18 de Abr. 2023.

BARBOSA, Rita Cristina. **Objeto de Aprendizagem e o estudo de gramática: uma perspectiva de Aprendizagem Significativa**. 2008, 246f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2008.

BAO, Lei; HOGG, Kirsten; ZOLLMAN, Dean. Model Analysis of fine structures of students: An example With Newton's Third Law. **Am. J. Phys.** 70 (7). 2002. pp. 766-778. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/228770156_Model_analysis_of_fine_structures_of_student_models_An_example_with_Newton's_third_law. Acesso em: 26 de jun. 2023.

BATISTA, Lindemberg Teixeira. **Ensino das Leis de Newton no ensino médio por meio de atividades de experimentação** - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2017.

Disponível em:

http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20170503142143.pdf. Acesso em: 27 de Jun. 2023.

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

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 18 de Abr. 2023.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio):** Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf/>. Acessado em: 25 Jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2018 Física – guia de livros didáticos – ensino médio/Ministério da Educação – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação.** Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/pnld-2018/>. Acessado em: 14 de jul.2023.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Versão final.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 09 de Dez. 2022.

BELMONT, Rachel Saraiva; LEMOS, Evelyse dos Santos. A intencionalidade para a aprendizagem significativa da biomecânica: reflexões sobre possíveis evidências em um contexto de formação inicial de professores de educação física. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 123-141, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/gGySbjpc4vVcRN9LRdSdJNS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 de Mai. 2023.

BEZERRA, Jeniffer Maria Bernado Bezerra; LIMA, José Roberto Tavares de Lima. Ensinando conceitos de Física através de inconsistências em cenas expostas nos desenhos animados. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/418/ENSINANDO%20CONCEITOS%20DA%20F%3%8D%20SICA%20ATRAV%3%89S%20DE%20INCONSIST%3%8ANCIAS%20EM%20CENAS%20EXPOSTAS%20NOS%20DESENHOS%20ANIMADOS..pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 de Jan. 2023.

BRITO, J. Saquinaula; HERNÁNDEZ, R. Pánchez. Concepciones alternativas en el estudio de las Leyes de Newton mediante cuestionario a estudiantes de ingeniera. **Rev. Cubana Fis.** 36, 132 (2019). Disponível em: http://www.revistacubanadefisica.org/RCFextradata/OldFiles/2019/v36n2/RCF_v36n2_2019_132.pdf. Acesso em: 21 de jun. 2023.

CABREIRA, Maurício Costa. Percepções do professor de Matemática: relação entre formação acadêmica e atuação docente. XX EBRAPEM, Curitiba-PR, 2016. Disponível em: http://www.ebrapem2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/04/gd7_mauricio_cabreira.pdf. Acesso em: 08 de Abr. 2024.

CAMARGO, Eder Pires de; SCALVI, Luís Vicente de Andrade. A compreensão do repouso e do movimento, a partir de referenciais observacionais não visuais: análises

qualitativas de concepções alternativas de indivíduos portadores de deficiência visual total. **Rev. Ensaio** | Belo Horizonte | v.03 | n.02 | p.135-153 | jul-dez | 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/d7ydgYXS3cbj7zSjGBs6PTG/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 de Jun. 2023.

CARNEIRO, Roberta Pizzio. Reflexões acerca do processo ensino aprendizagem na perspectiva Freireana e biocêntrica. **Revista Thema**, v. 9, n. 2, p. 1-18, 2012. Disponível em: <http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/145/86>. Acesso em: 18 Abr. 2023.

CECHINEL, et al., (2016) . Estudo/Análise Documental: Uma Revisão Teórica e Metodológica. **Criar Educação**, Criciúma, v. 5, nº1, p. 1-7, jan./jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.18616/ce.v5i1.2446>. Acesso em: 18 de junl. 2023.

CHAER, Galdino; DINIZ, Rafael Rosa Pereira; RIBEIRO, Elisa Antônia. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência**, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia_artigos/pesquisa_social.pdf. Acesso em: 10 de Fev.2024.

CLEBSCH, Angelisa Benetti; MARIN, Adriana; ALVES FILHO, José de Pinho. Um possível percurso formativo visando a promoção da Aprendizagem Significativa de Física no Ensino Médio. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 29, n. 2, Passo Fundo, p. 511-534, maio / ago. 2022. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/13110/114116790>. Acesso em: 10 de Mai.2023.

CLEBSCH, Angelisa Benetti; ALVES FILHO, José de Pinho. Aprendizagem significativa e construção de saberes docentes na licenciatura em física / meaningful learning and construction of teaching knowledge in degree in physics. **Revista Dynamis**, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 165-180, nov. 2019. ISSN 1982-4866. Disponível em: <<https://bu.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/8500>>. Acesso em: 10 maio2023. doi: <http://dx.doi.org/10.7867/1982-4866.2019v25n3p165-180>.

CLEMENT, Jonh. Students' preconceptions in introductory mechanics. **Am. J. Phys.** 50 (1), Jan. 1982. Disponível em: http://people.umass.edu/~clement/pdf/students_preconceptions_in_introduutory_mechanics.pdf. Acesso em: 21 de Jun. 2023.

DAVID; BROWN. Students' concept of force: the importance of understanding Newton's third la. **Physics. Education.** 24 (1989). Printed In the UK. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/24/6/007/meta>. Acesso em: 21 de Jun. 2023.

FLORCZAK, Marcos Antonio; LENZ, Jorge Alberto. O que a balança indicara? **Física na Escola**, v. 14, n. 1, 2016. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol14-Num1/fne-14-1-a101.pdf>. Acesso em: 09 de Jan. 2023.

FREITAS, Savana dos Anjos; NETO, Agostinho Serrano de Andrade. Análise dos

conteúdos de física nos livros didáticos de ciências do nono ano do ensino fundamental aprovados pelo pnd 2017. **Revista Contexto & Educação**, 34(107), 174–188. DOI: <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2019.107.174-188>. Acessado em: 14 de Jul.2023.

FREITAS, Deicielle Souza de; FERREIRA, Waldo Franco; USTRA, Sandro Rogério Vargas. 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. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/554/525>. Acesso em: 21 de Jun. 2023.

FREITAS, Francisco Wagner Lisboa de. **Análise dos conceitos de aceleração, gravidade e força peso, apresentados nos livros de Física selecionados pelo MEC**. 2010. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza- Ceará, 2010. Disponível em: https://www.uece.br/cct/wp-content/uploads/sites/28/2021/08/analise_livros_mec-freitas_2010.pdf. Acesso em: 27 de Jun. 2023.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza:UEC, 2002. Apostila.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa Qualitativa Tipos Fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29 Mai./Jun. 1995. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3.pdf>. Acessado: em 18 jul. 2023.

GILBERT, Jonh k.; OSBORNE; Roger j., FENSHAM, Peter j. Children 'science and its consequences for teaching, **Science Education**, Vol. 66, N° 4, pp. 623-633, 1982. Disponível em: https://www.academia.edu/16155144/Childrens_science_and_its_consequences_for_teaching. Acesso em: 26 de Jun. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 176p.

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

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 176p.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 220p.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas,

2017. 176 p.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA – GREF. **Física 1**. 6ª ed. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2000.

HALIM *et al.* (2009). Pembinaan dan Penggunaan Ujian Diagnostik ke Arah Mengenal Pasti Salah Konsep Pelajar dalam Kursus Fizik kuantum (Development and Application of Diagnostic Test to Identify Students' Misconception of Quantum Physics). **Sains Malaysiana**, 38 (4), 543-551. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287416480_Development_and_Application_of_Diagnostic_Test_to_Identify_Students'_Misconceptions_of_Quantum_Physics. Acesso em: 27 de Jun. 2023.

HALLOUN, Ibrahim Abou; HESTENES, David. Common sense concepts about motion. **American Journal of Physics** 53, 1056–1065 (1985). DOI: <https://doi.org/10.1119/1.14031>. Acesso em: 27 de Jun. 2023.

HEWITT, Paul. G. **Física Conceitual**. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

HESTENES, David; WELLS, Malcolm; SWACKHAMER, Gregg. (1992) Force concept inventory. **The Physics Teacher**, Vol. 30, March 1992, pp.141-158. Disponível: https://www.researchgate.net/publication/216743208_Force_Concept_Inventory. Acesso em: 21 de jun. 2023.

HELLER. Joan. I; REIF. Frederick. 1984 Prescribing effective human problem-solving processes: problem description in physics. **Cognition and Instruction**, 1984, V.1, n.2, pp. 177-216.

HILL, Manuela Magalhães; Hill, Andrew. **Investigação por questionário**. 2. Ed. Lisboa, 2012. 377p.

JAMMER, Max. **Conceitos de força estudo sobre os fundamentos da dinâmica**. 1.Ed. PUC Rio, 2011. 334p.

LEMOS, Evelyse dos santos. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V1(1), pp. 25-35, 2011. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/16653/evelyse2_lemos_IOC_2011.pdf?sequence=2&isAllowed=y%20lemos%202011. Acesso em: 18 de Abr. 2023.

LEAL, Maycon Marcos; COSTA, Leônia Eulálio Dantas Luz. **A abordagem histórica do conteúdo de hidrostática no ensino médio no âmbito da unidade escolar Monsenhor Boson**. Disponível em: <http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/bitstream/prefix/131/1/A%20abordagem%20hist%C3%B3rica%20do%20conte%C3%BAdo%20de%20hidrost%C3%A1tica%20no%20ensino%20m%C3%A9dio%20no%20%C3%A2mbito%20da%20Unidade%20Escolar%20Monsenhor%20Boson.pdf>. Acesso em: 18 Abr. 2023.

MALONEY, David P 1984 Rule-governed approaches to physics-Newton's third law

Phys. **Physics Education**, v.19, n.1, pp. 37-42 Jan 1984. DOI: 10.1088/0031-9120/19/1/319

Acesso em: 26 de Jun. 2023.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MENEZES, Luciene da Silva. **Sequência didática para aprendizagem ativa das Leis de Newton**. 2016. 86 f. Dissertação (Pós-Graduação em Física) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

MIRANDA, Cristiano José Martins de; BELMONT, Rachel Saraiva; LEMOS, Evelyse Dos Santos. A aprendizagem de conceitos em aulas de educação física escolar: planejando uma proposta de ensino. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review** – V6(1), pp. 21-35, 2016. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID94/v6_n1_a2016.pdf. Acesso em: 01 de Mai. 2023.

MINSTRELL. J; STIMPSON G. 1986 Students' beliefs in mechanics: cognitive process frameworks Proc. 5th Conf. on Reasoning and Higher Education (Boise, ID).

MIGUEL, O. Analisis comportamental de las leyes de Newton. **Enseñ. Ciencias**, v.4,n.1, pp.51-55, 1986.

MONTANERO *et al.* (2002) Implicit theories of static interactions between two bodies. **Physics Education**, 37, 318–323. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/37/4/305>. Acesso em: 21 de Jun. 2023.

MOTA, Ana Rita; 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. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID718/v15_n2_a2020.pdf. Acesso em: 18 de Abr. 2023.

MOREIRA, Marcos Antonio. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 18 Abr. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. 2a ed. São Paulo: EPU, 2014. 242 p. ISBN 9788512321806.

MOREIRA *et al.* (2004). **Aprendizaje significativo: interacción personal, progressividade y lenguaje**. Burgos, Espanha: Servicio de publicaciones de la Universidad de Burgos. 86 p.

MOREIRA, Marcos Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. 2a ed. São Paulo: EPU, 2014. 242 p. ISBN 9788512321806.

MOREIRA, Marco Antonio (2012). **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/alfinal.pdf>. Acesso em: 30 Abr. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa: Da Visão Clássica à Visão Crítica. In: I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, 1., 2005, Campo Grande/MS. **Anais...** I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, 2005. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/visaoclasticavisaocritica.pdf>. Acesso em: 01 de Mai. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 186, p. ISBN 85-230-0826-8.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teoria de aprendizagem**. São Paulo: E.D.U., 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. 2a ed. São Paulo: EPU, 2014. 242 p. ISBN 9788512321806.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre-RS, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>. Acesso em: 30 Abr. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre-RS, 2009a. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~MOREIRA>. Acesso em: 01 Mai. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Porto Alegre-RS, 2009b. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>. Acesso em: 30 Abr. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio (2010). **O que é afinal aprendizagem significativa?** Instituto de Física – UFRGS. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 30 de Abr 2023.

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

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista/**Meaningful Learning Review** – V1(3), pp. 25-46, 2011. Disponível em: https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Aprendizagem%20Significativa.pdf. Acesso em: 30 de Abr. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio (2000). **Aprendizagem Significativo: teoria y práctica**. Ed. Visor. Madrid.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente (Meaningful learning: an underlying concept). **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V1(3), pp. 25-46, 2011. Disponível em: https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Aprendizagem%20Significativa.pdf. Acesso em: 01 de Mai. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios teóricos para o professor e pesquisador em ensino de ciências. Comportamentalismo, construtivismo e humanismo**. 1ª ed, 2009, Porto Alegre, Brasil.

MOREIRA, Marco Antonio. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, ISSN 0717-9618, Vol. 7, N°. 2, 2008 , pp. 23-30. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em: 01 de Mai. 2023.

MOREIRA, Marcos Antonio. **A teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel**. IN: MASINI, Elcie F. Salzano; MOREIRA, Marcos Antonio (Org.). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor, 2008a.

MORAES, Maria Cândida. **Pensamento eco-sistêmico: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SJKF5m97DHykhL5pM5tXzdj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 de Jul. 2023.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wvLhSxkz3JRgv3mcXHBWSXB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 de Jul. 2023.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.

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

NOVAK, Joseph Donald. **Aprender, Criar e Utilizar o Conhecimento**. Tradução de Ana Rabaça. 1. ed. Plátano: Edições Técnicas, 2000.

NOVAK, Joseph Donal; GOWIN, D. Bob. **Aprender a aprender**. Lisboa, Plátano edições técnicas, 1984. Tradução Carla Valadares.

NOVAK, Joseph Donald. 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.

NUSSBAUM, Joseph; NOVICK, Shimshon. **Creating Cognitive Dissonance Between Students' Preconceptions To Encourage Individual Cognitive Accommodation and a Group Cooperative Construction of a Scientific Model**. 1981. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED204267>. Acesso em: 27 de Jun. 2023.

NUNES, Francielle. **Impactos na motivação e na aprendizagem dos alunos em aulas remotas ao aprenderem sobre minifoguetes por meio de uma metodologia ativa**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2021

NÓVOA, Antonio (Org). **Vidas de professores**. 2. Ed. Porto: Porto, 1995.

NOVAK, Joseph Donald. **Uma teoria de educação**. Editora Pioneira, São Paulo, 1981. Tradução de Marco Antônio Moreira.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN, D. Bob. **Aprender a aprender**. Lisboa, Plátano edições técnicas, 1984. Tradução Carla Valadares.

NOVAK, Joseph Donald. **Aprender, Criar e Utilizar o Conhecimento**. Tradução de Ana Rabaça. 1. ed. Plátano: Edições Técnicas, 2000.

OLIVEIRA, Paulo Sérgio Prado de. **Lançamento de foguetes pet no contexto do ensino médio: um convite para o aprendizado da composição de movimentos e da terceira lei de Newton**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, 2021.

OLIVEIRA *et al.* (2020). Estratégias para avaliação no ensino de física: uma experiência por intermédio de um vídeo. **Educação & Linguagem** · ISSN: 2359-277X · ano 7 · nº 3 · p. 26-37. SET-DEZ. 2020. Disponível: https://www.fvj.br/revista/wp-content/uploads/2021/02/3_REdLi_2020.3.pdf. Acesso em: 09 de Jan. 2023.

OLIVEIRA, Fernando Souza de. **Lançamento de foguetes como uma ferramenta pedagógica para Ensino de Física**. 2019. 175 f. Dissertação (Mestrado profissional) – Universidade Federal de Mato Grosso, Polo Barra do Garças, 2019.

PEREIRA, Vanessa de Oliveira. **Elaboração e avaliação de um material instrucional baseado na teoria da aprendizagem significativa para o ensino das Leis de Newton e tópicos de cinemática no ensino médio**. 2016. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Espírito Santo. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/handle/10/4805>. Acesso em: 18 de Abr. 2023.

PIMENTEL, Erizaldo Cavalcanti Borges. **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.

PRÄSS, Alberto Ricardo. Teorias da Aprendizagem. 2012. Disponível em: https://fisica.net/monografias/Teorias_de_Aprendizagem.pdf . Acesso em: 01 Mai.2023.

PRAIA, João. Félix. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. In: MOREIRA, M. A. et al. (Org.). **Teoria da Aprendizagem Significativa: Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**. Peniche, 2000. p. 121-134.

PRADO, Eliane Mimesse. As práticas pedagógicas dos professores da educação básica na interação com os livros didáticos digitais. **Revista Contexto & Educação**, [S.1], v.31, n.98, p.111-132, nov.2016. ISSN 2179-1309.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo Feevale, 2013. 277p.

PINHÃO, Francine; MARTINS, Isabel. Cidadania e ensino de Ciências: questões para o debate. **Revista Ensaio, Belo Horizonte**, v. 18, n. 3, p. 9-29, 2016.

RIBEIRO, Tiago Nery. **O ensino de razões trigonométricas no triângulo retângulo a partir de situações aplicadas à física: um estudo baseado nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)**. 2015. 213f. Tese (Doutorado em Educação Matemática, Área de concentração: Educação Matemática) – Universidade Anhanguera de São Paulo, 2015.

RONCA, Antonio Carlos Caruso. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. Temas psicol. v.2 n.3 Ribeirão Preto dez. 1994. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X1994000300009#:~:text=O%20ponto%20de%20partida%20da,considera%C3%A7%C3%A3o%20no%20ato%20de%20ensinar.. Acesso em: 30 de br. 2023.

RODRIGUES, Gil Luna. **Animação interativa e construção dos conceitos da Física: trilhando novas veredas pedagógicas**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Paraíba, 2005.

SANTOS, Maria Eduarda Vaz Moniz dos. **Mudança Conceptual na sala de aula –Um desafio Pedagógico**. Editora: Livros Horizonte, 1991. ISBN 972-24-0794-5.

SEBASTIANY *et al.* 2009. Análise das ideias dos alunos sobre hidrostática. **Física na Escola**, v. 10, n. 2, 2009. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol10-Num2/a051.pdf>. Acesso em: 18 Abr. 2023.

SETLIK, Joselaine; HIGA, Ivanilda. Leitura e produção escrita no ensino de física como meio de produção de conhecimento. **Experiências em Ensino de Ciências.**, V.9, n.3, 2014. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/462/434>. Acesso em: 12 de Dez. 2022.

SERGIPE. Currículo de Sergipe: **Currículo de Sergipe – Ensino Médio**. Disponível em: <https://siae.seduc.se.gov.br/siae.servicefile/api/File/Downloads/22956487-cedb-4014-a1a1-f8e706f40866>. Acesso em: 12 de Dez. 2022.

SERHANE *et al.* (2020). Overcoming University Students' Alternative Conceptions in Newtonian Mechanics. **American Journal of Networks and Communications** 2020; 9(2): 22-29. Disponível em: <https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=132&doi=10.11648/j.ajnc.20200902.12>. Acesso em: 21 de jun. 2023.

SEBASTIÁ, José.M. Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. **Enseñ. Ciencias**, v.2, n.3, p.161-169, 1984.

SILVA, Wenderson R. F; FONSECA, Jakson M. Utilizando uma balança digital de baixo custo como densímetro e sua aplicação a sólidos e líquidos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, e20200364, 2021 DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0364>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/MyRVdDRpXbm8wvTf6r69mkq/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 09 de Jan. 2023.

SILVA, Flávio Urbano. **O uso de quis em smartphones visando o auxílio na aprendizagem de Física no Ensino Médio**. 2015. 131 f. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Rio grande do Norte, 2015.

SILVA, Taís Renata Schaeffer. **Leis de Newton: Uma sequência didática para o ensino médio fundamentada na teoria da aprendizagem significativa**. 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2018.

SILVAL, Tiago Henrique da; SILVA, Glauco. S. F; MANSOR, Maracajaro - O uso do inventário dos conceitos de força para análise das concepções de mecânica Newtoniana de alunos de licenciatura de Física. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA - SNEF. Vitória - ES. 2009. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/>. Acesso em: 27 de Juh. 2023.

SILVA, Jonas Cegelka da; NONENMACHER, Sandra Elisabet Bazana (2018). O ensino das leis de Newton a partir das concepções prévias dos alunos e de mapas conceituais. **Ensino Em Re-Vista**, v. 25, n. 2, p. 431–451. <https://doi.org/10.14393/ER-v25n2a2018-9>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/43312>. Acesso em: 21 de Jun. 2023.

SILVA, Flávio Urbano. **O uso de quis em smartphones visando o auxílio na aprendizagem de Física no Ensino Médio**. 2015. 131 f. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Rio grande do Norte, 2015.

SILVA, Leandro da Hora. **O uso do episódio histórico de Arquimedes como fator motivador nas aulas de mecânica dos fluidos**. 2015. 43 f. Trabalho de Conclusão de

Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SÁ-SILVA, Jackson Ronei; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, São Leopoldo, RS, v. 1, n. 1, julho 2009. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10351>. Acessado em: 18 de Jul. 2023.

SILVA, Arthur Rezende da; MARCELINO, Valéria de Souza. **Análise Textual Discursiva (ATD)** [livro eletrônico]: teoria na prática. (org). Campos dos Goytacazes, RJ: Encontrograia Editora, 2022.

SILVA, Luciano Feernandes. **A temática ambiental, o processo educativo e os temas controversos**: implicações teóricas e práticas para o ensino de física. 2007. 211 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, 2007.

SOUZA, Ericarla de Jesus. **O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem**: campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica. 2015. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

SOUSA, Cleângela Oliveira; SILVANO, Antônio Marcos da Costa; LIMA, Ivone Pinheiro de. Teorias da Aprendizagem Significativa na prática docente. **Revista Espacios**, V. 39, n, 23, p.27, 2018. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n23/a18v39n23p27.pdf>. Acesso em: 30 Abr. 2023.

SOUZA, Carolini Felisberto de. **A questão étnico-racial e de gênero no ensino de Física**: o cinema como organizador sequencial. 2021. Dissertação (Mestrado profissional) – Universidade Federal de Santa Catarina, campus Araranguá, 2021.

SHULMAN, Lee.S. Those who understand: knowledge growth. **Teaching Educational Researcher**, v. 15 n, 2, p. 4-14, 1986.

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

TALIM, Sérgio Luiz. Dificuldades de aprendizagem na terceira Lei de Newton. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 16, n. 2, p. 141-153, ago. 1999. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6804/6288>. Acesso em: 12 de Dez. 2022.

TERRY, Colin; JONES, George. Alternative frameworks: Newton 's third law and conceptual change, **European Journal of Science Education**, v. 8, n. 3, p. 291 -298, 1986.

URE *et al* (1994). Concepciones Intuitivas de los Estudiantes (de Educación Media y La Universidad) Sobre el Principio de Acción y Reacción. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, 1994. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol16a12.pdf>. Acesso em: 26 de jun. 2023.

UFSM (2021). Curso de Graduação – Campus Santa Maria. **As leis de Newton valem para referenciais não inerciais?**. Disponível em:

<https://www.ufsm.br/cursos/graduacao/santa-maria/fisica/2020/02/20/as-leis-de-newton-valem-para-referenciais-nao-inerciais#:~:text=A%20terceira%20lei%20de%20Newton%20n%C3%A3o%20vale%20em%20referenciais%20n%C3%A3o,n%C3%A3o%20formam%20pa-res%20a%C3%A7%C3%A3o%20Drea%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 28 de jun. 2023.

VALADARES, José Antonio C.S (2013). Los Mapas Conceituais y el aprendizaje significativo de la ciência. **Journal for educators, Teachers and Trainers**, v, 4, p. 164 – 179. ISSN 1989 – 9572.

VALADARES, José Antonio C.S (2013). Concept maps and the meaningful learning of Science. Los Mapas Conceituais y el aprendizaje significativo de la ciência. **Journal for educators, Teachers and Trainers**, vol, 4, pp. 164 – 179. ISSN 1989 – 9572.

VALADARES, Jorge António de Carvalho Sousa. **Concepções alternativas no ensino de Física à luz da filosofia da ciência**. 1995. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) - Universidade Aberta Lisboa, Lisboa, 1995.

VIENNOT, Laurence. Spontaneous Ways of reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**, v.1, n. 2, p. 205-221, (1979). Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3403283/mod_resource/content/0/Viennot-elementary-Dynamics.pdf. Acesso em: 21 de jun. 2023.

VIEIRA, Regivanio Cazuzza. **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.

WATTS, D.M.; ZYLBERSZTAJN, A., A Survey of Some Children 's Ideas about Force, **Physics Education**, v. 16, n. 6, p. 360-65, Nov. 1981.

PIRES, Flaviston Ferreira; SILVA, Flaviston Ferreira; FORATO, Thaís Cyrino de Mello. Estética e simetria nas leis de Newton: uma análise de alguns livros didáticos usados na formação inicial de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 337-365, ago. 2019.

PEREIRA, Vanessa de Oliveira. **Elaboração e avaliação de um material instrucional baseado na teoria da aprendizagem significativa para o ensino das Leis de Newton e tópicos de cinemática no ensino médio**. 2016. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Espírito Santo. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/handle/10/4805>. Acesso em: 12 de Jan. 2023.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ZYLBERSZTAJN, Arden. Concepções espontâneas em Física: Exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 5, n. 9, 1983. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol05a09.pdf>. Acesso em: 27 de Jun. 2023.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA –
PPGECIMA MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

APÊNDICE I

REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - RCLE

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa. O título da pesquisa é **“Uma análise do processo de reconciliação integradora em aulas de Física a partir das concepções dos professores”**. O objetivo desta pesquisa é **identificar a existência da reconciliação integradora entre a Terceira Lei de Newton e o conceito de Empuxo, a partir das concepções de professores nas aulas de Física da educação básica**. O (a) pesquisador(a) responsável por essa pesquisa é **Camila Souza Nascimento**, ela é Mestranda do/ Programa de Pós – Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe.

Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa, e lhe asseguro que o seu nome não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo/a.

As informações serão obtidas da seguinte forma, para a realização desta pesquisa foi elaborado um questionário para ser aplicado aos professores de Física da educação básica. Sua participação será contabilizada ao responder este questionário que será enviado via *Google formulário*. Vale ressaltar que não existe risco de danos físicos nem desconfortos emocionais. Sua participação pode ajudar os pesquisadores a entender melhor como esse estudo pode gerar benefícios na expansão de novos horizontes e caminhos para a prática pedagógica dos docentes participantes desta pesquisa, bem como o desenvolvimento do pensamento crítico dos mesmos, de modo a trazer contribuições que possam gerar ganhos significativos para a prática pedagógica deles enquanto professores atuantes da educação básica de ensino.

Assim, você está sendo consultado sobre seu interesse e disponibilidade de participar dessa pesquisa. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. A recusa em participar não acarretará nenhuma penalidade.

Você não receberá pagamentos por ser participante. Se houver gastos com transporte ou alimentação, eles serão ressarcidos pelo pesquisador responsável. Todas as informações obtidas por meio de sua participação serão de uso exclusivo para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do/da pesquisador/a responsável. Caso a pesquisa resulte em dano pessoal, o ressarcimento e indenizações previstos em lei (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954 e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19) poderão ser requeridos pelo participante. Nós assumimos o compromisso de divulgar os resultados da pesquisa, quando ela terminar, em formato acessível (como aconselhamento e orientações e que traga benefícios diretos).

Para maiores informações sobre os direitos dos participantes de pesquisa, leia a **Cartilha dos Direitos dos Participantes de Pesquisa** elaborada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), que está disponível para leitura no site: http://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/img/boletins/Cartilha_Direitos_Participantes_de_Pesquisa_2020.pdf

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode entrar em contato com o pesquisador através do(s) telefone(s): **(79) 99991-2579**, pelo e-mail: **camila.csn13@gmail.com**, e endereço: **Estrada Senhor da Plástil, nº 29, Bairro Pratas, 49400-000.**

Este estudo foi analisado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos e a segurança de participantes de pesquisa. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, ou se estiver insatisfeito com a maneira como o estudo está sendo realizado, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Sergipe, situado na Rua Cláudio Batista s/nº Bairro: Sanatório Aracaju CEP: 49.060-110 – SE. Contato por e-mail: cep@academico.ufs.br. Telefone: (79) 3194-7208 e horários para contato – Segunda a Sexta-feira das 07:00 as 12:00h.

No caso de aceitar fazer parte como participante, você e o pesquisador devem rubricar todas as páginas e também assinar as duas vias desse documento. Uma via é sua. A outra via ficará com o(a) pesquisador(a).

Consentimento do participante

Eu, abaixo assinado, entendi como é a pesquisa, tirei dúvidas com o(a) pesquisador(a) e aceito participar, sabendo que posso desistir em qualquer momento, durante e depois de participar. Autorizo a divulgação dos dados obtidos neste estudo mantendo em sigilo minha identidade. Informo que recebi uma via deste documento com todas as páginas rubricadas e assinadas por mim e pelo Pesquisador Responsável.

Nome do(a) participante: _____

Assinatura: _____

Local e data: _____

Declaração do pesquisador

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante (ou representante legal) para a participação neste estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Nome do Pesquisado: _____

Assinatura: _____

Local/data: _____

Nome do auxiliar de pesquisa/testemunha (Se houver): _____

Assinatura: _____

Local/data: _____



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

APÊNDICE II

QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO 1 - PERFIL DO DOCENTE

- 1) Idade:
- 2) Sexo
 - () Fêmeo
 - () Masculino
- 3) Escola/estado em que atua:
- 4) Caracterização da escola:
 - () Rede pública
 - () Rede privada
- 5) Há quanto tempo leciona a disciplina de Física?
- 6) Possui graduação em Licenciatura em Física?
 - () Sim
 - () Não
- 7) Há quanto tempo é formado (a) em Física?
- 8) Caso a resposta do quesito 6 seja negativa, qual é a sua área de formação?
- 9) Você se sente preparado para atuar na disciplina de Física mesmo tendo formação

em outra área de ensino?

Sim

Não

- 10) Caso a resposta do quesito 9 seja negativa, relate de forma breve as principais dificuldades que encontra para ministrar temas propostos pelo currículo escolar para o ensino dessa disciplina (Física) e que não estão relacionados com a sua formação acadêmica?

QUESTIONÁRIO 2 – CONCEPÇÃO DOS PROFESSORES

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

Sim

Às vezes

Não

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

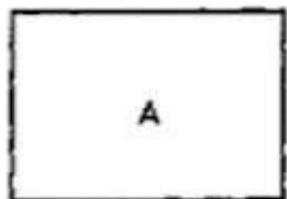
Sim

Não

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

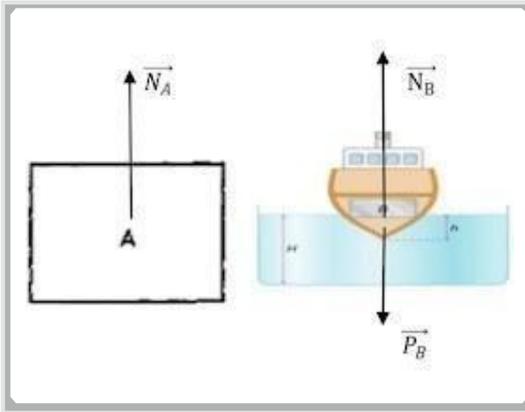
- 4) Suponha na situação (I) um bloco A em equilíbrio estático, e na situação (II) um navio flutuando em um meio com água, também em equilíbrio estático. Assinale a figura que representa os vetores força das situações (I) e (II) corretamente

(I)

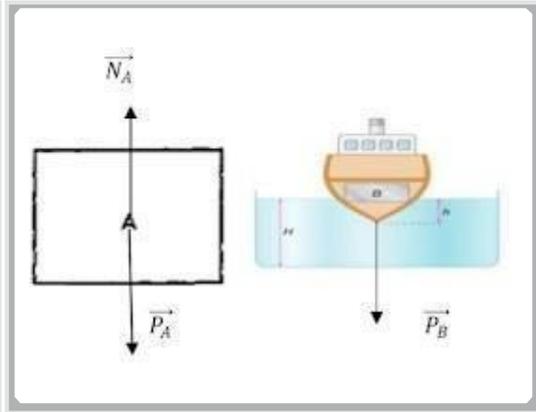


(II)

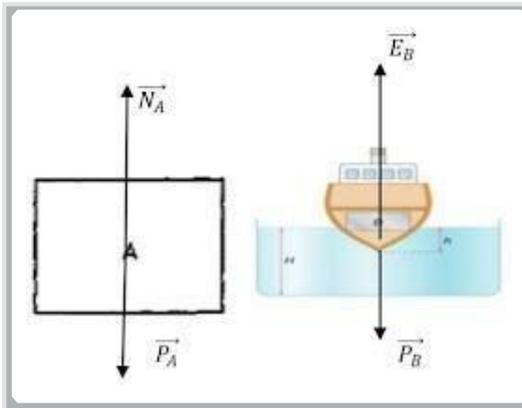




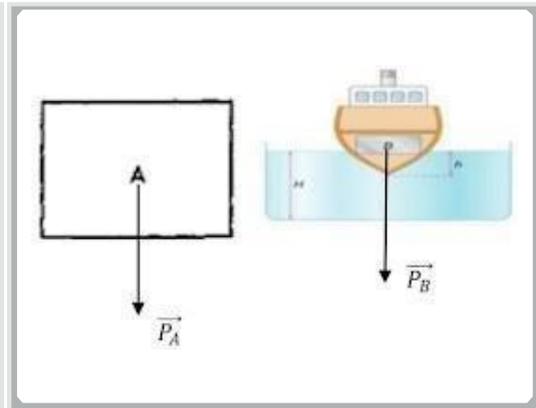
() Alternativa (A)



() Alternativa (B)



() Alternativa (C)

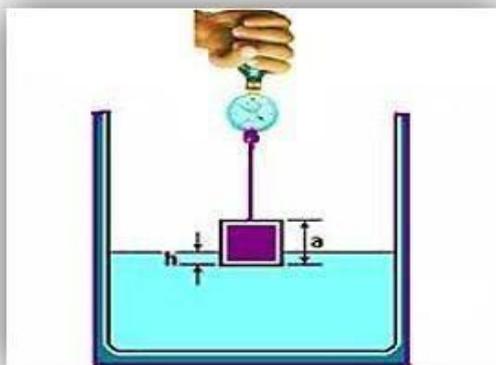


() Alternativa (D)

- 5) Na sua concepção existe algo em comum sob a ótica dos conceitos da Física nas situações (I) e (II) do quesito 4? Justifique a sua resposta.
- 6) 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?

-
-
-
- 7) 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.
- 8) 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 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?

() Sim

() Não

9) Sobre a resposta do quesito 8, realize a seguinte análise:

- 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.

10) 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:

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.

Os livros didáticos de física não tratam os temas de forma a realizar conexões entre os diferentes conceitos da física.

Os documentos curriculares nacionais não preveem e nem favorecem ao exercício da profissão em sala de aula realizando ligações entre os conceitos e ideias.

Falta de habilidade do professor de física em trabalhar os conceitos de física criando hierarquização e ligações entre conceitos e ideias.

Outros.

11) Caso tenha considerado que exista outro motivo que não esteja contemplado na relação descrita no quesito 10, apresente-o a seguir.

12) A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa ou 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 ente os conceitos. Você já ouviu falar sobre diferenciação progressiva e a reconciliação integradora?

Sim

Não

13) Caso a resposta do quesito 12 seja afirmativa, apresente em qual local/situação você ouviu falar acerca da diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

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

Sim

Não

15) Caso a resposta do quesito 14 seja afirmativa, apresente, pelo menos, uma situação cotidiana em sala de aula em que você utilizou a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PPGEICIMA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

APÊNDICE III

Tabela(3): Informações sobre os docentes participantes da pesquisa (N = 20)

Código	Idade	Sexo	Escola/Estado em que atua	Caracterização da escola	Tempo que leciona a disciplina de Física	Possui graduação em Licenciatura em Física	Tempo de formação em Física
Docente 1	33 anos	Masculino	Centro de excelência Prefeito Joaldo Lima de Carvalho/Sergipe	Rede Pública	2 anos	Sim	6 anos
Docente 2	28 anos	Masculino	Programa de Pós-Graduação	Rede Pública	5 anos	Sim	2 anos

			Profissional em Ensino de Física				
Docente 3	33 anos	Feminino	Escola Estadual Democrito Gracindo	Rede Pública	6 anos	Sim	11 anos
Docente 4	51 anos	Masculino	Instituto Federal / Sergipe	Rede Pública	28 anos	Sim	25 anos
Docente 5	29 anos	Masculino	Escola estadual Judith nascimento/Alagoas	Rede Pública	1 ano e 6 meses	Sim	5 anos
Docente 6	26 anos	Masculino	Escola Estadual Professor Lima Castro / Alagoas	Rede Pública	1 ano e 5 meses	Sim	2 anos e 3 meses
Docente 7	40 anos	Masculino	Centro de Excelência Professor Abelardo Romero Dantas em Lagarto, Sergipe	Rede Pública	9 anos	Sim	9 anos
Docente 8	42 anos	Feminino	Colégio Estadual Dom Mário Rino Sivieri	Rede Pública	19 anos	Sim	16 anos

Docente 9	40 anos	Masculino	IFS/SE	Rede Pública	17 anos	Sim	16 anos
Docente 10	31 anos	Masculino	Colégio Estadual Gumercendo Bessa	Rede Pública	1 ano e 1 mês	Sim	6 anos
Docente 11	28 anos	Masculino	Bahia	Rede Pública	1 mês	Sim	6 anos
Docente 12	25 anos	Masculino	Escola Estadual de Xingó II	Rede Pública	1 ano e 5 meses	Sim	1 ano e 6 meses
Docente 13	26 anos	Feminino	Bahia	Rede Pública	4 anos	Sim	4 anos
Docente 14	24 anos	Masculino	Centro Educacional San Dória/SE	Rede Privada	1 ano	Sim	1 ano
Docente 15	34 anos	Feminino	Estadual / Sergipe	Rede Pública	1 ano e 8 meses	Sim	Há 5 anos
Docente 16	29 anos	Feminino	Grêmio Escolar Pequeno Príncipe - SE/ Escola Adventista de Lagarto - SE	Rede privada	Não leciono a disciplina de física	Sim	5 anos.
Docente 17	40 anos	Masculino	Ceará	Rede pública	18 anos	Sim	13 anos
Docente 18	39 anos	Feminino	Centro de Excelência Abelardo Romero Dantas/Colégio	Rede pública	10 anos	Sim	10 anos

			Estadual Dr. Evandro Mendes/SE				
Docente 19	31 anos	Masculino		Rede pública	1 ano	Sim	5 anos
			Centro de Excelência Vitória de Santa Maria				
Docente 20	29 anos	Feminino	Escola Estadual Pedro Joaquim de Jesus/Alagoas	Rede pública	2 anos	Sim	2 anos

Fonte: da autora baseada nas respostas dadas pelos docentes ao questionário 1, nomeado de perfil dos professores do Apêndice II.