

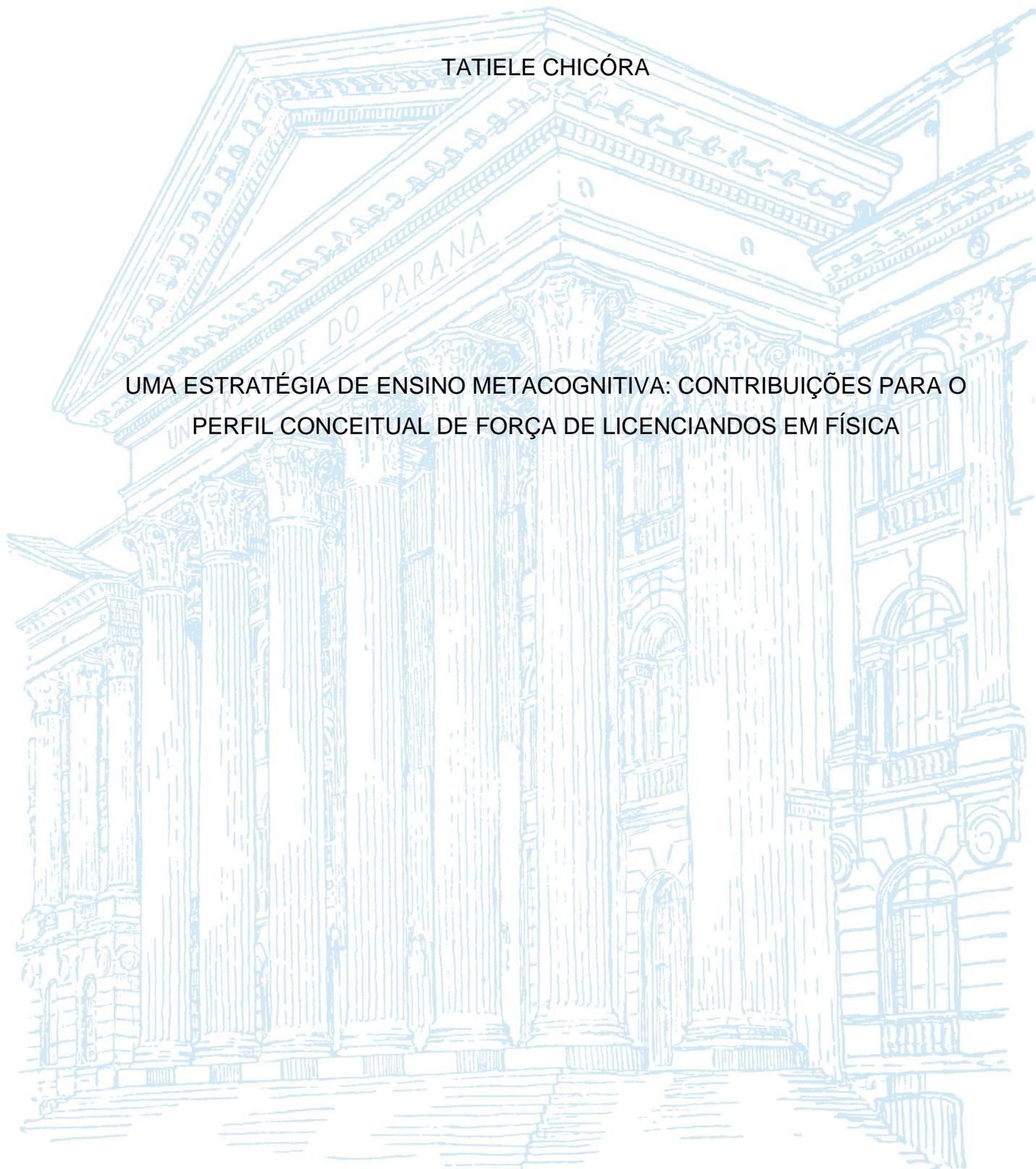
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TATIELE CHICÓRA

UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO METACOGNITIVA: CONTRIBUIÇÕES PARA O  
PERFIL CONCEITUAL DE FORÇA DE LICENCIANDOS EM FÍSICA

CURITIBA

2018



TATIELE CHICÓRA

UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO METACOGNITIVA: CONTRIBUIÇÕES PARA O  
PERFIL CONCEITUAL DE FORÇA DE LICENCIANDOS EM FÍSICA

Dissertação apresentada como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática, no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Setor de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Camargo

CURITIBA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS/UFPR  
BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

---

C533e Chicórá, Tatiele  
Uma estratégia de ensino metacognitiva: contribuições para o perfil conceitual de força de licenciandos em física / Tatiele Chicórá. – Curitiba, 2018.  
123 p. : il. color.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciências e em Matemática, 2018.

Orientador: Sérgio Camargo.

1. Movimentação do perfil conceitual. 2. Metacognição. 3. Física. I. Universidade Federal do Paraná. II. Camargo, Sérgio. III. Título.

CDD: 372.3

---

Bibliotecária: Romilda Santos - CRB-9/1214



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR CIÊNCIAS EXATAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA

### TERMO DE APROVAÇÃO

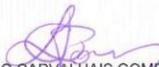
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **TATIELE CHICÓRA** intitulada: **Uma estratégia de ensino metacognitiva: contribuições para o perfil conceitual de força de licenciandos em Física**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

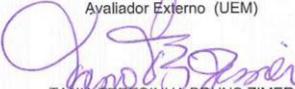
Curitiba, 23 de Fevereiro de 2018.

  
SERGIO CAMARGO

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

  
LUCIANO CARVALHAIS GOMES

Avaliador Externo (UEM)

  
TANIA TERESINHA BRUNS ZIMER

Avaliador Interno (UFPR)



## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me manter perseverante durante essa etapa.

Ao meu orientador, professor Dr. Sérgio Camargo, por me guiar durante esse processo de formação, por acreditar em meu potencial e me ensinar que, acima de tudo, devemos ser humildes.

Aos professores Doutores Luciano Carvalhais Gomes e Tania Teresinha Bruns Zimer, pelas contribuições durante o exame de qualificação que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

À minha Mãe Cecília, que me fez acreditar no poder transformador da Educação, despertando em mim o encanto pela docência.

Ao meu Pai Tadeu, que sempre me incentivou a trilhar a caminhada em busca de conhecimento.

À minha irmã Cre, pelas palavras amigas e por acreditar mais em mim do que eu mesma.

À minha querida sobrinha e afilhada Crislainy, que por meio de sua demonstração de afeto sempre me fez sentir especial, me contagiando com sua alegria e doçura.

Aos amigos, que me proporcionaram momentos de descontração durante esses dois anos, servindo como uma válvula de escape em momentos difíceis.

À Andressa Toppel, amiga fiel que me incentivou a ingressar nesse programa e que sempre se fez presente, tanto para ouvir quanto para aconselhar.

Aos amigos que conheci durante o mestrado, em especial à Monikeli (querida Luli) cuja afeição foi “à primeira vista”, à Gisa que sempre me contagiou com sua alegria e seu riso sincero e à Luciane, que sempre teve a palavra certa na hora certa.

À Mônica Rodrigues, pela paciência e companheirismo, por sempre estar disposta a ouvir e comemorar até mesmo as pequenas conquistas comigo.

Ao GPEACM, grupo de pesquisa do qual faço parte, pelas ricas discussões que me auxiliaram na construção deste trabalho.

Aos professores do PPGECEM, por todo conhecimento compartilhado durante as disciplinas, pois foi essencial para minha formação.

À CAPES, pelo apoio recebido para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos licenciandos que participaram da pesquisa, pela receptividade e colaboração.

Não há saber mais, nem saber menos, há saberes diferentes.

(FREIRE, 1987, p. 68)

## RESUMO

A metacognição de acordo com Flavell (1987 apud JOU; SPERB, 2006) é a capacidade do sistema cognitivo do indivíduo de monitorar e auto-regular os processos cognitivos. Esta capacidade permite a consciência dos próprios pensamentos e ações e, conseqüentemente, a compreensão acerca do próprio processamento cognitivo. Para um indivíduo possuir tal capacidade é necessário que utilize algumas estratégias, denominadas de estratégias metacognitivas. Assim, considerando a relevância de o futuro professor compreender essas diferentes visões de mundo que emergem na complexidade do espaço escolar, planejamos e desenvolvemos uma estratégia de ensino metacognitiva, com intuito de favorecer a movimentação do perfil conceitual de força de licenciandos em Física de uma Instituição de Ensino Superior (IES). Definimos como objetivo geral analisar a percepção dos licenciandos com relação às estratégias metacognitivas desenvolvidas durante o processo de movimentação do perfil conceitual de força. Nesse sentido, realizamos uma entrevista semi-estruturada ao final da disciplina, buscando indícios de movimentação no perfil conceitual de força dos licenciandos e possíveis relações com as estratégias metacognitivas. A análise das transcrições das entrevistas foi realizada de acordo com os pressupostos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Os resultados apontam para contribuições na movimentação do perfil conceitual de força, revelando que a Consciência é reconhecida pelos licenciandos como uma das estratégias que mais contribuiu para a compreensão do perfil conceitual de força durante o decorrer da disciplina, uma vez que permitiu o reconhecimento das concepções iniciais referentes ao conceito e uma reflexão sobre como estas concepções se apresentam no questionário e, conseqüentemente, no perfil conceitual individual. Por meio destas reflexões, o sujeito pode modificar a sua forma de analisar uma tarefa e conseqüentemente, a maneira como escolhe as estratégias para a resolução de uma atividade. Destacamos que os perfis conceituais dos licenciandos sempre estarão em processo de construção, uma vez que, novas situações de aprendizagem podem proporcionar reflexões e desencadear novas movimentações nos perfis. Nesse sentido, as estratégias metacognitivas podem desempenhar um papel fundamental durante a aprendizagem conceitual.

**Palavras-chave:** Movimentação do Perfil Conceitual. Metacognição. Física.

## ABSTRACT

The metacognition according to Flavell (1987, JOU, SPERB, 2006) is the ability of the individual's cognitive system to monitor and self-regulate cognitive processes. This ability allows for awareness of one's own thoughts and actions and, consequently, an understanding of one's own cognitive processing. For an individual to possess such capacity it is necessary that he uses some strategies, called metacognitive strategies. Thus, considering the relevance of the future teacher to understand these different visions of the world that emerge in the complexity of the school space, we planned and developed a strategy of metacognitive teaching, with the purpose of favoring the movement of the conceptual profile of the strength of graduates in Physics of an Institution of Higher Education (HEI). We define as general objective to analyze the perception of the licenciandos in relation to the metacognitive strategies developed during the process of movement of the conceptual profile of force. In this sense, we conducted a semi-structured interview at the end of the course, searching for signs of movement in the conceptual profile of strength of the licensees and possible relations with the metacognitive strategies. The analysis of interview transcripts was performed according to the assumptions of Content Analysis (BARDIN, 2011). The results point to contributions in the movement of the conceptual profile of force, revealing that the consciousness is recognized by the licenciandos as one of the strategies that contributed most to the understanding of the conceptual profile of force during the course of the discipline, since it allowed the conceptions and a reflection on how these conceptions are presented in the questionnaire and, consequently, in the individual conceptual profile. Through these reflections, the subject can modify his / her way of analyzing a task and, consequently, the way in which he / she chooses strategies for solving an activity. We emphasize that the conceptual profiles of the licenciandos will always be in the process of construction, since, new learning situations can provide reflections and trigger new movements in the profiles. In this sense, metacognitive strategies can play a fundamental role during conceptual learning.

**Key-words:** Moving the conceptual profile. Metacognition. Physical.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL .....	29
FIGURA 2 – SÍNTESE DAS ESTRATÉGIAS UTILIZADAS PARA A MUDANÇA CONCEITUAL .....	34
FIGURA 3 – O PERFIL EPISTEMOLÓGICO DE BACHELARD PARA O CONCEITO DE MASSA.....	38
FIGURA 4 – ESQUEMA QUE REPRESENTA O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UM PERFIL CONCEITUAL .....	43
FIGURA 5 – ESQUEMA QUE REPRESENTA A SEGUNDA ETAPA DO PROGRAMA DE PESQUISA DE PERFIS CONCEITUAIS .....	44
FIGURA 6 – ESQUEMA QUE REPRESENTA A TERCEIRA ETAPA DO PROGRAMA DE PESQUISA DE PERFIS CONCEITUAIS .....	45
FIGURA 7 – MODELO DE METACOGNIÇÃO DE FLAVELL (1987) .....	54
FIGURA 8 – ESTRATÉGIAS E SUBESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS .....	56
FIGURA 9 – TAXONOMIA DOS CONCEITOS INTUITIVOS DO FCI .....	67
FIGURA 10 – ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DE ANÁLISE.....	80
FIGURA 11 – CATEGORIAS DE ANÁLISE .....	82

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – PERFIL CONCEITUAL DO LICENCIANDO L3.....	74
GRÁFICO 2 – PERFIL CONCEITUAL DO LICENCIANDO L4.....	75
GRÁFICO 3 – PERFIL CONCEITUAL DO LICENCIANDO L5.....	75
GRÁFICO 4 – PERFIL CONCEITUAL DO LICENCIANDO L9.....	76
GRÁFICO 5 – PERFIL CONCEITUAL DO LICENCIANDO L13.....	76
GRÁFICO 6 – PERFIL CONCEITUAL DO LICENCIANDO L17.....	77
GRÁFICO 7 – PERFIL CONCEITUAL DO LICENCIANDO L18.....	78
GRÁFICO 8 – PERFIL CONCEITUAL DO LICENCIANDO L19.....	78

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS A RESPEITO DE FORÇA E MOVIMENTO .....	19
QUADRO 2 – IMPLICAÇÕES DA RELAÇÃO INTUITIVA $F=K.V$ .....	20
QUADRO 3 – RELAÇÕES ESPONTÂNEAS ENTRE FORÇA, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO .....	20
QUADRO 4 – SÍNTESE DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS DE FORÇA .....	23
QUADRO 5 – COMPARATIVO ENTRE AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO .....	33
QUADRO 6 – SÍNTESE DA FUNÇÃO ATRIBUÍDA AOS INSTRUMENTOS DE CONSTITUIÇÃO DE DADOS.....	64

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DO CONCEITO DE FORÇA PARA A CATEGORIA I .....	47
TABELA 2 – MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DO CONCEITO DE FORÇA PARA A CATEGORIA II .....	48
TABELA 3 – MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DO CONCEITO DE FORÇA PARA A CATEGORIA III .....	48
TABELA 4 – MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DO CONCEITO DE FORÇA PARA A CATEGORIA IV .....	49
TABELA 5 – MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DO CONCEITO DE FORÇA PARA A CATEGORIA V .....	51
TABELA 6 – ORGANIZAÇÃO DOS GRUPOS .....	65
TABELA 7 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES RELATIVAS AO TÓPICO I.....	68
TABELA 8 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES RELATIVAS AO TÓPICO II.....	70
TABELA 9 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES RELATIVAS AO TÓPICO III.....	70
TABELA 10 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES RELATIVAS AO TÓPICO IV ..	71
TABELA 11 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES RELATIVAS AO TÓPICO V ...	72
TABELA 12 – TAXONOMIA DE CONCEPÇÕES E CATEGORIAS DO PERFIL CONCEITUAL .....	73

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>18</b>
1.1 AS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS NO ENSINO DE FÍSICA.....	18
1.1.1 Implicações das concepções espontâneas para o Ensino.....	23
1.2 O MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL.....	25
1.2.1 Estratégias para favorecer a mudança conceitual.....	29
1.2.1.1 A explicitação de ideias.....	30
1.2.1.2 O uso de analogias.....	32
1.2.2 Críticas à visão do modelo de mudança conceitual.....	34
1.3 A NOÇÃO DE PERFIL CONCEITUAL.....	37
1.3.1 O perfil epistemológico de Gaston Bachelard.....	38
1.3.2 A Teoria do Perfil Conceitual.....	40
1.3.3 O perfil conceitual de força.....	46
1.4 A TOMADA DE CONSCIÊNCIA E O PROCESSO METACOGNITIVO.....	52
1.4.1 A metacognição.....	53
1.4.2 As estratégias metacognitivas.....	55
1.4.2.1 Consciência ou conhecimento.....	55
1.4.2.2 Controle ou Autorregulação.....	55
1.4.2.3 Autopoiese.....	60
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	<b>61</b>
2.1 A METODOLOGIA DE PESQUISA.....	61
2.2 O CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO.....	64
2.3 O PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES.....	66
2.3.1 O planejamento da disciplina.....	68
2.4 A METODOLOGIA DE ANÁLISE: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	72
<b>3 ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>80</b>
3.1 CONSCIÊNCIA OU CONHECIMENTO.....	83
3.1.1 Pessoas.....	83
3.1.1.1 Consciência Intrapessoal.....	83
3.1.1.2 Consciência Interpessoal.....	83
3.1.2 Tarefas.....	88
3.1.3 Estratégias.....	89
3.2 CONTROLE OU AUTORREGULAÇÃO.....	91

3.2.1	Planejamento.....	91
3.2.2	Supervisão.....	93
3.2.3	Avaliação .....	94
3.3	AUTOPOIESE .....	95
3.4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	96
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>100</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>103</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO FORCE CONCEPT INVENTORY.....</b>	<b>110</b>
	<b>APÊNDICE B – HISTÓRIA EM QUADRINHOS UTILIZADA NAS AULAS DAS SEMANAS 10 E 11 .....</b>	<b>119</b>
	<b>ANEXO A – QUESTÕES NORTEADORAS PARA AS DISCUSSÕES REALIZADAS NAS AULAS DAS SEMANAS 10 E 11.....</b>	<b>120</b>
	<b>ANEXO B – ROTEIRO DE ENTREVISTA .....</b>	<b>122</b>

## INTRODUÇÃO

Durante a graduação participei do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), subprojeto Física, que me proporcionou intensa reflexão sobre a utilização de diferentes estratégias de ensino e aprendizagem na prática docente. Neste projeto tive a oportunidade de estudar e discutir diversos textos, artigos e livros que tratavam da utilização de abordagens diferenciadas relacionadas ao ensino e aprendizagem de Física.

A participação no projeto me motivou a buscar referenciais teóricos que discutem sobre a cognição no processo de aprendizagem de conceitos científicos. Assim, surge o interesse pelo assunto e a motivação para realizar esta pesquisa, uma vez que o referencial teórico sobre a metacognição proporciona uma intensa reflexão sobre as questões que me inquietavam.

Desde muito cedo construímos concepções e modelos que nos ajudam a compreender e explicar os fenômenos físicos que nos cercam. Entretanto, estas concepções nem sempre estão de acordo com os conceitos científicos e, ao nos depararmos com o ensino formal, somos confrontados com situações em que nossas ideias intuitivas são consideradas errôneas. Com base nessas reflexões surgem na literatura, na década de 1970, diversos trabalhos que demonstravam uma certa preocupação a respeito das concepções alternativas dos estudantes e as implicações destas ideias intuitivas no processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos. Esses trabalhos impulsionaram a formulação da Teoria da Mudança Conceitual (POSNER et al, 1982). De acordo com essa teoria, estratégias de ensino poderiam ser utilizadas para promover o abandono das concepções prévias dos estudantes, possibilitando a substituição destas por conhecimento científico.

Entretanto, na década de 1990 diversas pesquisas apontaram que durante o processo de ensino não ocorria uma mudança conceitual, mas sim uma superposição de ideias, ou seja, as concepções espontâneas passavam a coexistir com o conhecimento científico, cabendo ao indivíduo escolher pela explicação que deveria ser utilizada em um determinado contexto.

Assim, surge a Noção de Perfil Conceitual, uma teoria proposta por Mortimer (1995, 1996, 2000). Inicialmente, a teoria foi inspirada no perfil epistemológico de

Bachelard (1984), partindo do pressuposto de que uma única doutrina filosófica é insuficiente para representar as diferentes formas de explicar um determinado fenômeno ou conceito. Entretanto, Mortimer (1995, 1996, 2000) não levou em consideração apenas aspectos epistemológicos para elaborar o perfil conceitual, mas também aspectos ontológicos relacionados ao indivíduo.

Desde então, muitos pesquisadores (COUTINHO, 2002; MORTIMER; AMARAL, 2001; MORTIMER et al, 2014; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2014) se dedicaram a investigar a teoria e construir perfis conceituais para os mais diversos conceitos. Assim, a Noção de Perfil Conceitual evolui para um programa de pesquisa com foco em aspectos referentes ao ensino-aprendizagem de conceitos, resultando em uma teoria construída em conexão com a teoria do desenvolvimento psicológico de Vygotsky.

O perfil conceitual pode ser considerado como um modelo que busca representar a diversidade dos modos de pensar de indivíduos que pertencem a um certo contexto sociocultural e, podem ser utilizados em diferentes situações ou experiências. Nesse sentido, a teoria desenvolvida por Mortimer e colaboradores (2014) reconhece a heterogeneidade do pensamento verbal, ou seja, que os diferentes significados atribuídos às palavras são distintos e geram uma certa polêmica, tanto na vida cotidiana como na científica. Assim, o indivíduo pode apresentar diferentes formas de representar e interpretar um conceito e, para um determinado contexto, tende a escolher o significado que considera ser o mais adequado à situação.

A construção do perfil conceitual considera diferentes zonas e, cada uma dessas zonas corresponde a um modo de interpretar o conceito. Podemos compreender as zonas do perfil como diferentes visões de mundo, que serão utilizadas de acordo com o contexto em que o sujeito estiver inserido no momento, ou seja, para um determinado contexto uma das zonas do perfil será mais representativa, já em outra situação, o indivíduo poderá utilizar uma interpretação (zona do perfil) totalmente diferente da anterior, mas que julgue ser a ideal para o momento.

Segundo Mortimer e El-Hani (2014) o programa de pesquisa sobre perfis conceituais, desenvolvido nos últimos anos, propõe três etapas de investigação. A primeira etapa tem como objetivo determinar as zonas que compõem um modelo de perfil conceitual, a segunda etapa visa investigar a presença das zonas do perfil

conceitual traçado inicialmente em diferentes pessoas, com intuito de caracterizar os perfis conceituais individuais e a terceira etapa compreende o aperfeiçoamento do perfil conceitual traçado anteriormente, considerando a investigação realizada a partir das interações discursivas decorrentes do processo educacional.

A aprendizagem conceitual ocorre em dois processos que se entrelaçam, sendo eles: a construção de novas interpretações e o diálogo entre as novas e antigas formas de pensar. O principal foco desse processo consiste na tomada de consciência da diversidade de interpretações de um conceito e, o reconhecimento da utilização dessas interpretações em diferentes contextos (MORTIMER; EL-HANI, 2014). O processo de tomada de consciência em relação ao seu próprio modo de pensar é definido como processo metacognitivo ou metacognição (MORTIMER, 2000). Tal processo proporciona ao indivíduo uma visão crítica com relação à diferença de contextos em que um determinado conceito pode ser utilizado.

De acordo com Flavell (1987 apud JOU; SPERB, 2006) metacognição é a capacidade do sistema cognitivo do indivíduo de monitorar e auto-regular os processos cognitivos. Esta capacidade permite a consciência dos próprios pensamentos e ações e, conseqüentemente, a compreensão acerca do próprio processamento cognitivo. Porém, para um indivíduo possuir tal capacidade é necessário que o mesmo utilize algumas estratégias, que neste caso são denominadas de estratégias metacognitivas.

Considerando que a sala de aula é um local complexo, com grande heterogeneidade de modos de pensar, devemos refletir a respeito da importância na formação do futuro professor, que irá se deparar com esta realidade. Nesse sentido, torna-se imprescindível que o futuro docente reconheça a existência dos diversos significados atribuídos a um conceito e seja capaz de compreender os contextos em que os mesmos são utilizados. Assim, os diferentes modos de pensar um conceito não serão considerados como erros conceituais, mas sim como zonas do perfil conceitual que poderão ser acessadas em um contexto específico, que pode não ser o científico.

A partir destas reflexões, a questão que norteia esta pesquisa é: **que estratégias metacognitivas são identificadas pelos licenciandos durante o processo de movimentação do perfil conceitual de força?**

Deste modo, objetivamos nesta pesquisa **analisar a percepção dos licenciandos com relação às estratégias metacognitivas desenvolvidas durante**

**o processo de movimentação do perfil conceitual de força.** Para atingir este objetivo geral, definimos os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar o perfil conceitual de força dos licenciandos em Física.
- b) Desenvolver atividades metacognitivas no decorrer da disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I, como uma estratégia para favorecer o enriquecimento do perfil conceitual de força dos licenciandos do curso de Física.
- c) Analisar as possíveis contribuições da estratégia de ensino metacognitiva para a movimentação do perfil conceitual de força dos licenciandos em Física.

O texto está estruturado em quatro capítulos, seguidos pelas referências e apêndices. Assim, apresentamos no primeiro capítulo o referencial teórico a ser utilizado para o planejamento e desenvolvimento das atividades e para a análise dos dados constituídos no decorrer do processo de pesquisa. Inicialmente, abordamos as concepções espontâneas, encontradas na literatura, a respeito do conceito de força e as implicações destas concepções no ensino. Em seguida, apresentamos a teoria da mudança conceitual proposta por Posner et al (1982) e as críticas que surgiram a essa teoria. Na sequência, abordamos a noção de perfil conceitual desenvolvida por Mortimer (1995, 1996, 2000) e a teoria do perfil conceitual, que teve origem a partir de contribuições de diversos pesquisadores. Por fim, apresentamos algumas considerações sobre metacognição e estratégias metacognitivas.

No capítulo 2 apresentamos a opção metodológica adotada nesta pesquisa, a descrição do contexto, planejamento e desenvolvimento da estratégia de ensino metacognitiva realizada na disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I e a metodologia de análise de dados.

No capítulo 3 realizamos a apresentação e análise dos dados, assim como a descrição das etapas que compreenderam o processo de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011): pré-análise, exploração do material, tratamento dos dados, a inferência e a interpretação.

Por fim, no capítulo 4 apresentamos as considerações finais, destacando os principais aspectos referentes a esta pesquisa.

## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo, inicialmente apresentamos as concepções espontâneas referentes ao conceito de força segundo estudos realizados em diversos países. Assim, buscamos construir uma síntese a respeito destas concepções como forma de nortear a construção de nossa pesquisa. Em seguida discutimos o modelo de Mudança Conceitual, que se caracteriza como um processo pelo qual o sujeito modifica o conjunto de ideias intuitivas, transformando-as em concepções compatíveis com o conhecimento científico.

Posteriormente abordamos as críticas ao modelo de Mudança Conceitual e a Noção de Perfil Conceitual como uma possível tentativa de compreensão a respeito da evolução das ideias dos estudantes, onde as novas ideias não substituem, mas passam a conviver com as anteriores.

Por fim apresentamos algumas considerações a respeito do conceito de metacognição e as características das estratégias e subestratégias metacognitivas utilizadas durante a pesquisa.

### 1.1 AS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS NO ENSINO DE FÍSICA

Desde a infância desenvolvemos ideias que servem como explicações para os fenômenos que observamos em nosso cotidiano, porém, estas concepções espontâneas podem estar em desacordo com as teorias científicas existentes. Zylbersztajn (1983) destaca que tais concepções podem influenciar na maneira como os estudantes aprendem os conceitos ensinados, uma vez que estas noções são fortemente incorporadas à estrutura cognitiva, tornando-se resistentes à mudança.

Segundo Mortimer (1996, p. 21), “a partir da década de 70 começou a aparecer, na literatura, um grande número de estudos preocupados, especificamente, com os conteúdos das ideias dos estudantes em relação aos diversos conceitos científicos aprendidos na escola”. De acordo com o autor, pesquisas como a de Viennot (1979) revelaram que as noções espontâneas são influenciadas pelo contexto do problema, estáveis e resistentes à instrução, sendo possível encontrá-las entre estudantes universitários. Peduzzi (2001) destaca que as

concepções espontâneas são também chamadas de ideias intuitivas ou concepções alternativas. A autora menciona alguns fatos a respeito destas ideias:

- a) são encontradas em um grande número de estudantes, de qualquer nível de escolaridade, inclusive universitário;
- b) cobrem uma vasta gama de conteúdos e têm amplo poder explicativo;
- c) diferem das ideias expressas através dos conceitos, leis e teorias que os alunos têm que aprender;
- d) são muito difíceis de ser mudadas e resistem ao ensino de conceitos que conflitam com elas;
- e) interferem no aprendizado da Física, sendo responsáveis, em parte, pelas dificuldades que os alunos encontram em disciplinas dessa matéria, acarretando um baixo rendimento quando comparado com disciplinas de outras áreas;
- f) apresentam semelhanças com esquemas de pensamento encontrados na evolução de teorias físicas (na Mecânica: física aristotélica, física do ímpetus, por exemplo), fornecendo uma forte evidência de que os erros dos alunos não são simplesmente indícios de ignorância (PEDUZZI, 2001, p. 53).

Peduzzi e Peduzzi (1985b) apontam que são crescentes os estudos a respeito de concepções espontâneas na área de Ensino de Física e, dentre os diversos conteúdos presentes nestas pesquisas, as relações entre força e movimento constituem um dos temas em que maior número de erros conceituais tem sido detectado em estudantes de qualquer nível. Villani et al (1982) destacam que a pesquisa desenvolvida por Viennot (1979) obteve resultados interessantes, ao articular as concepções espontâneas na área de Dinâmica e Cinemática. O quadro 1 resume as considerações obtidas através deste estudo, para os conceitos relacionados à força e movimento.

#### QUADRO 1 – CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS A RESPEITO DE FORÇA E MOVIMENTO

O movimento é sempre associado a uma força ( $F$ ) que o acompanha, cuja intensidade é proporcional à velocidade ( $v$ );

Ausência de velocidade ( $v=0$ ) implica em ausência de força ( $F=0$ );

Velocidade máxima e força máxima são correlacionadas;

FONTE: adaptado de Villani et al (1982).

De acordo com Viennot (apud ZYLBERSZTAJN, 1983) ao analisar situações de corpos em movimento, grande parte dos estudantes utilizava uma relação linear intuitiva entre força e velocidade, que pode ser expressa por  $F=k.v$ . O quadro 2 mostra algumas decorrências desta relação intuitiva.

QUADRO 2 – IMPLICAÇÕES DA RELAÇÃO INTUITIVA  $F=K.V$

Se  $v = 0 \rightarrow F = 0$ ; mesmo que a aceleração seja  $\neq 0$ ;

Se  $v \neq 0 \rightarrow F \neq 0$ ; mesmo que  $a = 0$ ;

Se  $v_1 \neq v_2 \rightarrow F_1 \neq F_2$  mesmo que  $a_1 = a_2$

FONTE: adaptado de Zylbersztajn (1983).

Apesar dos estudantes recorrerem a essa relação para explicar situações conceituais envolvendo força e movimento, tendiam a aplicar corretamente a 2ª lei de Newton quando confrontados com uma situação em que deveriam calcular matematicamente a força (VIENNOT, 1979 apud ZYLBERSZTAJN, 1983).

O estudo foi reproduzido por Villani et al (1982, p. 26) com o intuito de verificar se o modelo proposto também era capaz de explicar as respostas dadas por estudantes brasileiros e “em geral, foram encontrados os mesmos resultados, entretanto, uma análise detalhada, realizada em nosso grupo revelou que a relação entre força e velocidade aparece articulada com a aceleração, num quadro duplo”. Os autores verificaram que os estudantes estabeleceram uma relação do tipo newtoniana entre força e aceleração e duas relações espontâneas entre força e velocidade e velocidade e aceleração, conforme apresentado no quadro 3.

QUADRO 3 – RELAÇÕES ESPONTÂNEAS ENTRE FORÇA, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO

Forças diferentes  $\rightarrow$  Velocidades diferentes  $\rightarrow$  Acelerações diferentes

Velocidades diferentes  $\rightarrow$  Acelerações diferentes  $\rightarrow$  Forças diferentes

FONTE: adaptado de Villani et al (1982).

De acordo com Villani et al (1982) não foi possível verificar em que condições ocorre cada um desses caminhos, mas destacam que, em muitos casos, a relação espontânea entre força e velocidade decorre de dificuldades em assimilar o conceito de aceleração. Um dos fatores que dificulta a assimilação do conceito de força é a experiência cotidiana dos estudantes, pois “a observação diária induz o indivíduo a pensar que um corpo se detém quando cessa a força que o empurra, estabelecendo assim uma relação direta entre força e velocidade” (PEDUZZI, 2001, p. 56).

Um estudo realizado por Watts e Zylbersztajn (apud ZYLBERSZTAJN, 1983) obteve resultados similares, uma vez que 85% dos estudantes que participaram da pesquisa associaram a força com a velocidade do objeto e não com sua aceleração. Além desta ideia intuitiva, quando indagados sobre uma pedra lançada verticalmente para cima, a maioria dos estudantes afirmou existir uma força dirigida para cima sobre a pedra quando a mesma se movia neste sentido. Essa afirmativa demonstra um raciocínio do tipo: para que um objeto se mantenha em movimento, é necessário que uma força atue continuamente sobre ele. Ainda nesse estudo, os estudantes foram questionados a respeito do movimento de uma bala de canhão e, de acordo com Watts e Zylbersztajn (apud ZYLBERSZTAJN, 1983) a maioria dos participantes atribuiu uma força agindo segundo a tangente da trajetória, no sentido do movimento e da trajetória.

Clement (apud ZYLBERSZTAJN, 1983) realizou uma pesquisa com estudantes americanos de engenharia e obteve resultados semelhantes. Neste trabalho, ao analisar o movimento de uma moeda jogada para o alto, 80% dos estudantes desenharam uma força para cima. As justificativas para essa interpretação centram-se no fato da moeda mover-se para cima, ou seja, os estudantes afirmam que há uma força que mantém o movimento do objeto agindo nesse sentido.

Peduzzi e Peduzzi (1985a, p. 7) realizaram um estudo com intuito de identificar as ideias intuitivas que estudantes de Química e Matemática têm acerca do conceito de força no movimento dos corpos. Os autores comentam sobre a influência dessas ideias na aprendizagem das duas primeiras leis de Newton:

A observação diária das pessoas e suas experiências em relação ao movimento de objetos fazem com que o considerem coerente, junto as suas causas, com o mundo em que vivem, que é um mundo com atrito. Esta vivência induz as pessoas (e o estudante em particular) a estabelecerem relações intuitivas entre força e movimento. Como os conceitos de força e velocidade vão se formando desde a infância, o estudante já os tem bem arraigados quando começa a estudar física.

Por meio da análise das respostas dos estudantes às seis questões propostas, Peduzzi e Peduzzi (1985a) identificaram algumas concepções alternativas sobre o conceito de força e movimento, dentre as quais destacamos: a aplicação da relação  $F=k.V$ , ou seja, relacionar diretamente força e velocidade, a necessidade de atribuir uma força que age continuamente sobre o objeto para que o

mesmo continue em movimento e, a existência de uma força tangencial à trajetória, na situação de lançamento oblíquo, acompanhando o projétil em seu movimento parabólico. Os autores destacam que, na situação em que um objeto é lançado verticalmente para cima, a maioria dos estudantes acreditam que há uma força para cima maior do que a força peso, de modo a justificar a subida da esfera. Essa justificativa decorre do fato de que “a ideia de força resultante no sentido contrário ao movimento de um corpo é uma ideia que contraria o senso intuitivo do estudante” (PEDUZZI e PEDUZZI, 1985a, p. 9).

Em um estudo posterior, Peduzzi e Peduzzi (1985b) efetuaram algumas alterações nas questões aplicadas na pesquisa anterior, visto que as opções de resposta do questionário eram restritas e, poderiam induzir à obrigatoriedade de escolha dentre as opções propostas, mesmo que o estudante não concordasse plenamente com as mesmas. Assim, os autores buscaram oferecer mais alternativas de resposta para cada questão, de modo que “através das respostas dadas pelos alunos, se pudesse ter uma ideia se as forças apontadas por eles aumentam, diminuem ou permanecem constantes durante o movimento do projétil” (PEDUZZI e PEDUZZI, 1985b, p. 115).

Os resultados obtidos pelos autores nessa pesquisa estão em concordância com aqueles evidenciados no estudo anterior, entretanto, devido à nova configuração do questionário, foi possível tecer considerações a respeito das concepções dos estudantes sobre o comportamento da (s) força (s) durante várias etapas do movimento.

Na subida de um projétil lançado verticalmente, os estudantes associam uma força para cima que decresce à medida que o projétil sobe. Para muitos, quando esta se iguala ao peso, o corpo inverte o sentido do seu movimento. Na descida, outras forças são relacionadas ao movimento: uma força para cima (decrescente) e uma para baixo (crescente), além da força peso (PEDUZZI e PEDUZZI, 1985b, p. 120).

Com relação às questões sobre lançamento oblíquo e horizontal, Peduzzi e Peduzzi (1985b, p. 121) destacam que muitos estudantes julgam ambas as situações de maneira semelhante, uma vez que “apontam a existência de uma força tangente à trajetória do projétil tanto para pontos na subida (lançamento oblíquo) como para os na descida (lançamento oblíquo e horizontal)”. Ainda segundo os

autores, com base nas respostas apresentadas no teste, pode-se considerar que os estudantes não compreendem o conceito de força no movimento de projéteis.

Os apontamentos realizados nos estudos citados até agora serviram como ponto de partida para desenvolvermos o quadro 4.

QUADRO 4 – SÍNTESE DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS DE FORÇA

<p>Uma força deve agir continuamente sobre o objeto, para que o mesmo continue em movimento;</p> <p>O sentido da força aplicada sempre coincide com o sentido do movimento;</p> <p>Correlação entre força máxima e velocidade máxima;</p> <p>A intensidade da força aplicada é proporcional à velocidade. Implicando em:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se <math>v = 0 \rightarrow F = 0</math>; mesmo que a aceleração seja <math>\neq 0</math>;</li> <li>• Se <math>v \neq 0 \rightarrow F \neq 0</math>; mesmo que <math>a = 0</math>;</li> <li>• Se <math>v_1 \neq v_2 \rightarrow F_1 \neq F_2</math> mesmo se <math>a_1 = a_2</math></li> </ul>
---

FONTE: a autora (2018).

As concepções espontâneas referentes aos conceitos de força expostas no quadro 4 serão utilizadas posteriormente para analisarmos as ideias espontâneas apresentadas pelos licenciandos em Física, que constituem os sujeitos participantes desta pesquisa.

A seguir, discutimos sobre as implicações destas concepções alternativas durante o processo de ensino-aprendizagem.

### 1.1.1 Implicações das concepções espontâneas para o Ensino

As pesquisas sobre concepções espontâneas nos permitem uma intensa reflexão a respeito da dificuldade dos estudantes em compreender conceitos científicos, uma vez que suas ideias intuitivas são fortemente arraigadas na estrutura cognitiva e, estas ideias nem sempre concordam com os conceitos ensinados na aprendizagem formal. Assim, cabe-nos a seguinte questão: quais as implicações das concepções espontâneas para o Ensino?

De acordo com Peduzzi (2001) para que o ensino seja efetivo, isto é, que o estudante seja capaz de compreender e utilizar corretamente conceitos científicos, não se deve ignorar os conhecimentos prévios que o estudante traz para a sala de

aula. Nesse sentido, Villani et al (1982, p. 30) ponderam sobre a necessidade de considerar as concepções espontâneas dos estudantes.

[...] não é produtivo ignorar a bagagem cultural do aluno e todo o conjunto de noções “espontâneas” que ele carrega ao se deparar com o ensino formal da escola. Se não se cuidar adequadamente da “física espontânea” dos alunos sobrarão duas estruturas superpostas, entre as quais os alunos escolherão uma dependendo do contexto; em geral, quando o problema envolver muitos elementos formais usarão a aprendizagem formal; quando o problema envolver elementos do dia-a-dia e com características bem figurativas ou capazes de estimular a percepção, usarão o esquema espontâneo.

Assim, o estudante pode obter a solução correta para problemas que exijam a aplicação de equações, demonstrando uma aparente compreensão do conceito, mas, ao se deparar com situações conceituais, em que não são necessários cálculos, utiliza o esquema conceitual alternativo (PEDUZZI, 2001). Essas afirmações nos remetem às seguintes questões: como tratar as concepções espontâneas? Há uma forma de impedir a formação de duas estruturas superpostas?

Villani et al (1982) destacam que para tratar adequadamente do problema, é necessária uma mudança de postura frente às concepções espontâneas e dificuldades apresentadas pelos estudantes. Nesse sentido, os autores salientam três considerações que devem ser realizadas durante esse processo: a capacidade explicativa limitada das concepções espontâneas, o conflito entre ideias intuitivas e conhecimento científico e a semelhança entre as concepções alternativas e o pensamento vigente em épocas anteriores.

Ainda segundo Villani et al (1982), como as concepções espontâneas têm capacidade explicativa limitada, podem ser facilmente questionadas através de situações que se contrapõem às experiências cotidianas que os estudantes estão acostumados. “Retomando o exemplo da relação força-velocidade, não é difícil mostrar como a relação força máxima - velocidade máxima é insustentável quando se elimina progressivamente a resistência do ar ou de meios dissipativos” (VILLANI et al, 1982, p. 31). Entretanto, Zylbersztajn (1983) enfatiza que, apesar da apresentação de contra-exemplos ser importante, é necessário que haja uma abordagem que direcione a reflexão dos estudantes sobre suas próprias

concepções, visto que, para a maioria dos alunos, as ideias intuitivas não se encontram em um nível totalmente explícito.

Apesar de existir um conflito entre as ideias intuitivas e as teorias científicas, este é parcial ou temporário, uma vez que os próprios conceitos científicos se modificam com o passar do tempo (VILLANI et al, 1982). A História da Ciência nos mostra que a construção do conhecimento científico não é linear, isto é, apesar de uma teoria ser útil por um certo período, haverá um momento em que não será capaz de explicar o fenômeno em sua totalidade, assim, novas teorias tendem a surgir. Villani et al (1982) salientam que muitas vezes há semelhança entre as concepções alternativas apresentadas pelos estudantes e o pensamento vigente em épocas anteriores da História da Física. Isso demonstra um certo grau de elaboração no pensamento dos estudantes, ou seja, as ideias intuitivas foram elaboradas desde muito cedo e são provenientes da tentativa de explicar fenômenos observados no cotidiano. Assim, é de extrema importância considerar as concepções espontâneas no processo educacional, conforme enfatizam Peduzzi e Peduzzi (1985b, p. 121).

Como os esquemas conceituais intuitivos oferecem muita resistência à mudança, o assunto deve merecer mais atenção, em sala de aula, por parte do docente. Assim, conhecendo de antemão a maneira de pensar dos aprendizes, é possível estabelecer um ponto de partida de onde o professor deve começar a ensinar.

Zylbersztajn (1983) destaca que a problemática introduzida pelas pesquisas sobre concepções espontâneas exige que o professor reavalie o papel do aluno e por consequência, o seu próprio papel no processo de ensino-aprendizagem. A reflexão desencadeada pelas inúmeras pesquisas que versam sobre as concepções alternativas, leva o professor a buscar alternativas de como agir em sala de aula.

## 1.2 O MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL

As pesquisas sobre as concepções alternativas dos estudantes, em relação a diversos conceitos científicos, desencadearam discussões entre pesquisadores da área de Ensino sobre possibilidades de modificar estas ideias, consideradas de senso comum, transformando-as em uma interpretação científica dos conceitos. De

acordo com Mortimer (2000, p. 36) “têm se fortalecido uma visão construtivista de ensino-aprendizagem que parece dominar a área de Educação em Ciências e Matemática”. O autor destaca duas características principais desta visão de ensino-aprendizagem: considerar que a aprendizagem ocorre por meio do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento e, reconhecer que o conhecimento prévio do estudante é fundamental no processo, uma vez que o estudante aprende a partir daquilo que já conhece. Driver (apud MORTIMER, 1992, p. 242) faz algumas considerações a respeito dessa perspectiva de ensino.

[...] é central nesta perspectiva a visão historicamente importante de que a aprendizagem se dá através de um envolvimento ativo do aprendiz na construção do conhecimento. Dentro dessa perspectiva construtivista, os estudantes vão construindo representações mentais do mundo a seu redor que são usadas para interpretar novas situações e guiar a ação nestas situações. Assim, a aprendizagem é vista como um processo adaptativo, no qual os esquemas conceituais do aprendiz são progressivamente reconstruídos de modo a atingirem um alcance cada vez maior em relação a ideias e experiências.

Mortimer (2000) destaca que em consonância com essa visão construtivista, surge um modelo de ensino para lidar com as concepções espontâneas dos estudantes: o modelo de mudança conceitual, que pode ser definido como “o processo pelo qual as pessoas mudam seus conceitos centrais e organizadores, desde um conjunto de conceitos a outro incompatível com o primeiro” (POSNER et al, 1982 apud MORTIMER, 1992, p. 242). O modelo de mudança conceitual surgiu de uma analogia entre a construção do conhecimento científico e a aprendizagem da Ciência, conforme destacam El-Hani e Bizzo (1999, p. 4)

A influência mais notável foi a de Kuhn, com sua descrição da história da ciência como uma alternância de períodos de ciência normal e revolução científica. O modelo da mudança conceitual é, pois, uma extensão metafórica da compreensão da mudança conceitual na nova filosofia da ciência para o domínio da teoria da aprendizagem.

De acordo com Mortimer (2000), este modelo tem dois componentes principais: as condições que precisam ser satisfeitas para que ocorra a acomodação do novo conceito e a ecologia conceitual do indivíduo.

El-Hani e Bizzo (1999, p. 6) ressaltam que “Posner e colaboradores tomam emprestada uma expressão de Stephen Toulmin, “ecologia conceitual”, para referir-se aos conceitos que governam a mudança conceitual”. Nesse sentido, a ecologia conceitual do indivíduo consiste em um conjunto de conhecimentos e crenças que proporcionam o contexto em que ocorre a assimilação e a acomodação de novas ideias. Posner et al (1982 apud MORTIMER, 2000, p. 37) cita alguns itens da ecologia conceitual considerados determinantes importantes para a direção da acomodação de uma nova ideia: “anomalias, analogias, ideias explicativas, visão geral sobre o caráter do conhecimento, visões metafísicas sobre a ciência como um todo e sobre conceitos científicos em particular, conhecimentos em outras áreas e conceitos em competição”. Ainda segundo Mortimer (2000), os aspectos da ecologia conceitual, na maioria das vezes, encontram-se implícitos na estrutura cognitiva do indivíduo e às vezes são inconscientes, assim, a aprendizagem será fortemente influenciada pela presença dessas visões e crenças.

Em relação às condições para que a mudança conceitual ocorra, Posner et al (1982 apud MORTIMER, 1992, p. 38) “definem quatro condições básicas: a insatisfação com os conceitos existentes, a nova concepção se mostrar inteligível, a nova concepção se mostrar plausível e a nova concepção se mostrar frutífera”. El-Hani e Bizzo (1999, p. 5) ressaltam que a inteligibilidade, a plausibilidade e a fertilidade compõem o *status* de uma concepção, assim, destacam a relevância destas três condições no processo de mudança conceitual.

Quando uma concepção é *inteligível* para um indivíduo, ele é capaz de entender o que ela significa, encontrar uma maneira de representá-la, compreender como a experiência pode ser estruturada a partir dela e explorar suas possibilidades. Uma concepção inteligível para o indivíduo será também *plausível*, caso pareça ter a capacidade de resolver as anomalias com as quais se defronta uma concepção anterior, mostrando-se, além disso, consistente com as demais concepções na ecologia conceitual e podendo, assim, adquirir significado. Nesta situação, o indivíduo provavelmente afirmará que a concepção é verdadeira. Uma concepção inteligível será também *fértil*, se o indivíduo considerar que ela traz algo de valioso para ele, resolvendo problemas que de outro modo lhe pareceriam insolúveis, apresentando poder explanatório e sugerindo novas possibilidades, direções, ideias etc. A inteligibilidade constitui a pedra basilar do *status* de uma concepção. É razoável pensar-se, de fato, que uma concepção ininteligível não pode ter qualquer *status*: como uma concepção que alguém sequer entende poderia mostrar-se plausível ou fértil aos seus olhos?

A insatisfação, quarta condição necessária para a ocorrência da mudança conceitual, pode ser desencadeada através da apresentação de uma situação em que, as concepções espontâneas dos estudantes não são suficientes para explicar o fenômeno, desta forma pode surgir a insatisfação em relação a estas ideias intuitivas. Nesse sentido, novas concepções que possibilitam a explicação do fenômeno são apresentadas, esperando-se atingir as outras três condições necessárias para a ocorrência da mudança conceitual (inteligibilidade, plausibilidade e fertilidade). De acordo com Mortimer (2000, p. 38), quando o aluno se depara com uma nova concepção, podem ocorrer duas possibilidades:

[...] a nova concepção pode ser incorporada às já existentes sem exigir modificação muito profunda. Neste caso, ela já aparecerá inicialmente como plausível. A outra possibilidade é de que a nova concepção seja contraditória em relação às anteriores. Desta forma, mesmo que a nova concepção se mostre inteligível para o aprendiz, ela não aparecerá como plausível.

O primeiro processo é denominado de assimilação ou captura conceitual e o segundo de acomodação ou troca conceitual (MORTIMER, 2000). Assim, no processo de assimilação ocorre um acréscimo na estrutura conceitual do indivíduo em virtude da nova concepção e no processo de acomodação ocorre uma transformação na estrutura conceitual, provocando uma ruptura com as concepções prévias do indivíduo, uma vez que “concepções conflituosas não podem ser, simultaneamente, plausíveis para uma pessoa” (HEWSON e THORLEY, 1989 apud MORTIMER, 2000, p. 38).

Mortimer (2000) aponta que, para Hewson e Thorley (1989), o aspecto central do modelo da mudança conceitual reside na modificação do *status* das concepções conflitantes no processo de acomodação. Hewson e Thorley (1989 apud MORTIMER, 2000, p. 39) definem o status como “a extensão pela qual a concepção incorpora as três condições (ser inteligível, plausível e frutífera). Expresso nesses termos, o modelo de mudança conceitual está relacionado à diminuição ou aumento do status das concepções”.

Caso uma concepção espontânea esteja em conflito com a concepção científica a ser aprendida pelo indivíduo, é necessário diminuir o *status* da primeira,



dois grandes grupos: estratégias que se baseiam na explicitação de ideias e estratégias que utilizam analogias e evitam explicitar as ideias dos estudantes. A seguir, apresentamos uma breve síntese a respeito das concepções de cada um destes grupos.

#### 1.2.1.1 A explicitação de ideias

Com relação aos trabalhos que defendem a explicitação de ideias intuitivas durante o processo de aprendizagem, é possível destacar que, na maioria das vezes, este tipo de estratégia visa promover discussões que podem auxiliar na superação destas concepções espontâneas e, conseqüentemente, na construção de conceitos científicos. Assim, este tipo de estratégia promove a tomada de consciência do estudante, frente ao processo de aprendizagem. Nesse sentido, o estudante toma decisões sobre que concepções são plausíveis e quais deve abandonar. Esse processo é conhecido como meta-aprendizagem ou metacognição (MORTIMER, 2000).

Promover discussões a respeito das concepções espontâneas dos estudantes pode gerar a conscientização nos mesmos acerca destas concepções, pois nem sempre o estudante percebe que suas ideias intuitivas estão em desacordo com os conceitos científicos. Geralmente, as ideias intuitivas são construídas desde muito cedo como um esquema para compreender os fenômenos cotidianos, o que dificulta o abandono das mesmas.

Mortimer (2000) destaca que na maioria das estratégias por explicitação, os autores utilizam o conflito cognitivo, baseando-se direta ou indiretamente, na teoria piagetiana de equilíbrio. Piaget define que a construção do conhecimento é desencadeada por sucessivas aproximações entre sujeito e objeto, resultando em um processo de transição de um estágio inferior a um estágio superior. O equilíbrio entre assimilação e acomodação resulta na adaptação, o que leva à construção de estruturas de conhecimento cada vez mais complexas. Piaget define assimilação como a aglutinação de um elemento exterior ao esquema conceitual do sujeito e acomodação como “a necessidade do esquema de assimilação em considerar as particularidades próprias dos elementos a assimilar” (PIAGET, 1977 apud MORTIMER, 2000, p. 41). Nesse sentido, podemos compreender a assimilação como um acréscimo à estrutura conceitual do sujeito e a acomodação como uma

modificação na estrutura conceitual em decorrência de particularidades dos elementos assimilados.

Mortimer (2000) afirma que pode ocorrer assimilação sem acomodação, entretanto a recíproca não é verdadeira, assim, não há conhecimento puro. Nesse sentido, podemos ressaltar a importância do conhecimento prévio no processo de aprendizagem, pois este conhecimento servirá como ponto de partida para que ocorra novas assimilações e acomodações na estrutura conceitual do sujeito.

Ainda segundo Mortimer (2000), o processo de construção do conhecimento, de acordo com a visão piagetiana, é denominado de equilíbrio. A equilíbrio é desencadeada por uma perturbação, gerada através de conflitos e lacunas. As lacunas estão relacionadas a esquemas de assimilação pois, nesse tipo de perturbação, o indivíduo se depara com uma situação em que há carência de um conhecimento. Nesse sentido, o novo conhecimento pode ser aprendido e assimilado. No segundo tipo de perturbação, o indivíduo se depara com uma situação em que o seu conhecimento encontra-se em contradição com o conhecimento científico, ou seja, ocorre um conflito cognitivo. Assim, os conflitos são necessários para a correção de ideias e as lacunas para reforçar ou introduzir novos conhecimentos. Entretanto, para que essas perturbações auxiliem no desenvolvimento do conhecimento, é necessário que ocorra uma construção compensatória, identificada por Piaget em três fases: neutralização, tentativa de integração e a compreensão da perturbação como uma possibilidade.

De acordo com Mortimer (2000), na primeira fase o sujeito tende a ignorar ou deformar a perturbação, com intuito de neutralizá-la, ou seja, o sujeito tende a apresentar argumentos como uma alternativa de fuga frente à perturbação. Essa primeira fase pode evoluir para uma segunda fase, onde o sujeito busca integrar a perturbação, alterando a explicação inicial em busca de incorporá-la. Na segunda fase a ideia intuitiva é modificada ou passa a conviver com uma outra explicação. Na última fase da construção compensatória a perturbação passa a ser vista pelo sujeito como uma possibilidade, assim, as estratégias de ensino buscam sair da fase inicial e atingir a terceira fase. Essa visão demonstra que, promover a mudança conceitual não é uma tarefa fácil e demanda um certo tempo.

El-Hani e Bizzo (1999) afirmam que a perturbação produzida por conflitos é extremamente importante no processo de mudança conceitual, uma vez que

permitem a reflexão do estudante a respeito de suas concepções. Nesse sentido, os autores destacam que os conflitos são utilizados como uma ferramenta de auxílio para a diminuição do *status* das concepções espontâneas, ou seja, as perturbações visam suscitar a insatisfação dos estudantes com relação a essas concepções, favorecendo a mudança conceitual.

Com relação aos conflitos, Stavy e Berkovitz (1980 apud MORTIMER, 2000) identificam dois tipos: o primeiro está relacionado entre a ideia intuitiva do estudante sobre o fenômeno e a realidade do fenômeno em si e, o segundo tipo de conflito se relaciona entre duas estruturas cognitivas diferentes, mas que são relacionadas ao mesmo fenômeno. O primeiro é um tipo de conflito entre sujeito-objeto e o segundo é um tipo de conflito presente na assimilação-acomodação de um esquema.

Mortimer (2000) destaca que as lacunas são tão importantes quanto os conflitos, visto que, no processo de construção de uma concepção, a falta de informações a respeito do fenômeno se caracteriza como um obstáculo maior do que o conflito entre as concepções espontâneas e o conhecimento científico.

#### 1.2.1.2 O uso de analogias

Com vistas à mudança conceitual de ideias intuitivas dos estudantes, outro grupo de pesquisadores defende uma estratégia de ensino que, ao invés da explicitação destas ideias, utiliza analogias como forma de favorecer a mudança conceitual. Millar (1989 apud MORTIMER, 2000) critica a concepção de que a aprendizagem se dá através da interação entre concepções prévias e novas concepções, uma vez que o processo de explicitação, comparação e construção de novas ideias é interno. O autor destaca ainda que há dificuldades nesse tipo de estratégia como, por exemplo, um consumo maior de tempo para ensinar um determinado conceito e uma mudança na maneira de ensinar.

Stavy (1991 apud MORTIMER, 2000) ressalta que, em uma estratégia de ensino por analogia, o estudante não precisa explicitar suas ideias prévias sobre o conceito, muito menos ter consciência do conflito entre estas ideias. Nesse tipo de estratégia, as analogias servem como pontes entre as concepções iniciais dos estudantes e situações análogas que devem ser aprendidas, ou seja, o estudante reconhece a semelhança entre as situações apresentadas e transfere as conclusões

de uma para a outra. Entretanto, Clarapède (1950 apud MORTIMER, 2000) destaca que, na maioria dos casos, a analogia conduz a erros, que surgem como consequência da falta de percepção das diferenças que deveriam ser consideradas para cada situação.

Como proposta para retardar o conflito, Rowell (1989 apud MORTIMER, 2000) argumenta que a aprendizagem ocorre ao passo que uma nova ideia é incorporada a estrutura cognitiva, ligando-se com as concepções iniciais dos estudantes e, que isso não é apenas possível por meio de uma estratégia com explicitação, mas também por meio de analogias.

Mortimer (2000) ressalta que o uso de analogias é bastante frequente no ensino de conceitos, porém, critica a visão de que uma estratégia baseada em analogias possa levar à superação das concepções espontâneas dos estudantes. O autor destaca que a explicitação de ideias possibilita a aprendizagem do conhecimento científico, e, além disso, atua como um fator crítico na formação dos estudantes.

Apresentamos a seguir, um quadro que organiza as principais diferenças entre estratégias de ensino por explicitação de ideias e por analogias.

QUADRO 5 – COMPARATIVO ENTRE AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO

<p><u>Estratégia de Ensino por explicitação de ideias</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflitos que envolvem situações que estão muito distantes do cotidiano do estudante podem não obter êxito;</li> <li>• Permite que o estudante tome consciência de sua aprendizagem e tome decisões sobre quais concepções lhe parecem mais plausíveis e quais deve abandonar (MORTIMER, 2000);</li> <li>• Proporciona a crítica diante do processo de construção do conhecimento (MORTIMER, 2000);</li> <li>• Necessita de um maior consumo de tempo e uma mudança no estilo de ensino (MILLAR, 1989);</li> </ul> <p><u>Estratégia de Ensino por analogias</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Considera a interação entre concepções prévias e novas experiências como um processo interno (MILLAR, 1989);</li> <li>• Analogias servem como pontes entre as concepções corretas dos estudantes e situações análogas a serem aprendidas (STAVY, 1991);</li> <li>• Visa o reconhecimento da similaridade entre duas situações e se transfere as conclusões de uma situação para outra (STAVY, 1991);</li> <li>• Conduz a erros caso o estudante não perceba as diferenças entre situações que a princípio são semelhantes (CLARÉPEDE, 1950);</li> </ul>
---

FONTE: a autora (2018).

O quadro comparativo nos permite inferir que, tanto as estratégias que utilizam analogias quanto as estratégias que priorizam a explicitação de ideias têm seus prós e contras, de modo que, cabe ao professor definir os objetivos a serem alcançados e estabelecer a estratégia que se adequa ao ambiente e realidade escolar em que está inserido.

Por fim, sintetizamos no esquema representado na figura 2 as principais ideias discutidas anteriormente.



FONTE: a autora (2018).

Apesar de reconhecermos a relevância das estratégias de ensino que visam a mudança conceitual do indivíduo, torne-se necessário discutir a respeito das críticas apresentadas a esse modelo, assunto que discutimos a seguir.

### 1.2.2 Críticas à visão do modelo de mudança conceitual

O modelo de mudança conceitual prevê que, por meio de estratégias de ensino, as ideias intuitivas dos estudantes devem ser abandonadas e, conseqüentemente substituídas pelos conceitos científicos. De acordo com Mortimer (2000, p. 59), o uso de conflitos cognitivos visa a “superação da contradição, tanto entre ideias e eventos discrepantes como entre ideias conflitantes que se referem a

um mesmo conjunto de evidências”. A finalidade do uso de analogias, para promover a mudança conceitual, está relacionada à integração ou incorporação das ideias iniciais a um conceito mais elaborado e abrangente.

Entretanto, produzir conflitos para conteúdos que estão distantes da realidade dos estudantes nem sempre é uma tarefa fácil. Nesse sentido, podemos destacar um dos motivos pelos quais Mortimer (1995, 1996, 2000) não os utiliza como uma estratégia de ensino, visto que seu trabalho envolve a concepção sobre modelos atômicos, algo que não é visível no cotidiano. Conforme destacamos anteriormente, em algumas situações os conflitos utilizados podem ter um certo grau de complexidade, o que pode dificultar a compreensão dos estudantes e, conseqüentemente falhar na promoção de uma mudança conceitual. Em outras situações o estudante consegue compreender a nova concepção através de analogias, entretanto necessita de explicações pontuais e que dependem de um certo contexto. Assim, terá dificuldades em utilizar a nova concepção em situações onde não há grande semelhança de contexto.

O modelo de mudança conceitual está em consonância com a visão construtivista de aprendizagem. Driver (1989 apud MORTIMER, 2000, p. 59) descreve essa visão como um “processo adaptativo no qual os esquemas conceituais dos aprendizes são progressivamente reconstruídos de maneira a concordarem com um conjunto de experiências e ideias cada vez mais amplo”. Podemos encontrar uma certa relação entre a descrição apresentada por Driver e a visão piagetiana, que descreve o processo de aprendizagem como uma construção de estruturas conceituais cada vez mais poderosas. Fodor (1983 apud MORTIMER, 2000, p 59) resume a visão piagetiana como “a construção de uma série de lógicas tais que cada lógica contém literalmente a precedente (...) as lógicas tornam-se cada vez mais fortes, no sentido em que cada lógica ulterior contém a lógica anterior como uma de suas partes”.

Entretanto, Mortimer (1996) destaca que a teoria piagetiana não esclarece o lugar das ideias de senso comum. Nesse sentido, um sujeito que superou as concepções prévias por meio da elaboração de uma estrutura conceitual mais rica, não utilizaria mais as ideias de senso comum, nem mesmo em sua vida cotidiana. Todavia, isso não ocorre, uma vez que, mesmo compreendendo a diferença entre massa e peso, um professor de Física pode realizar a seguinte afirmação “vou à

Farmácia para me pesar”. Não há nessa afirmação nenhum vestígio de concepção ingênua, mas sim o uso da palavra peso no sentido de senso comum. Imaginar que, no processo de aprendizagem, o sujeito tende a suprimir essas expressões de senso comum, seria equivalente a imaginar que uma pessoa pode viver em sociedade totalmente isolado das influências culturais.

A linguagem cotidiana é o modo mais abrangente de se compartilhar significados e permite a comunicação entre os vários grupos especializados dentro de uma mesma língua. Suprimi-la seria instaurar uma babel, impedindo que diferentes grupos pudessem compartilhar de significados numa mesma cultura (MORTIMER, 1996, p. 26).

Ainda sobre a teoria piagetiana, Mortimer (2000, p. 62) ressalta que na mesma não são previstas rupturas, ou seja, a estrutura conceitual tende a “se alargar, seja em extensão ou em compreensão”. Entretanto, o autor destaca que a epistemologia de Kuhn, que apresenta a construção do conhecimento científico como uma alternância entre períodos de Ciência normal e revoluções científicas, é o modelo de maior influência nas estratégias para mudança conceitual. Assim, Mortimer (2000, p. 65) critica a analogia entre o modelo de mudança conceitual e a epistemologia kuhniana.

Mesmo que o modelo de revolução científica pudesse ser aplicado a qualquer mudança conceitual na ciência, a maneira como ele foi transposto para o processo de ensino-aprendizagem desconhece as diferenças profundas entre um processo que ocorre dentro de uma cultura científica e outro, que é justamente um processo de “enculturação”. Na aprendizagem de ciências, os estudantes não estão envolvidos com as fronteiras do conhecimento. Aprender ciências está muito mais relacionado a se entrar num mundo que é ontológica e epistemologicamente diferente do mundo cotidiano. Esse processo de “enculturação” pode ocorrer, também, quando se tem que aprender teorias mais avançadas.

Em geral, o modelo de mudança conceitual pressupõe que as ideias intuitivas dos estudantes serão abandonadas. No entanto, de acordo com Peduzzi (2001), há na literatura diversos estudos que indicam a permanência destas ideias ao processo de ensino-aprendizagem. Solomon (1983 apud MORTIMER, 2000, p. 65) ressalta que “não há meios para se extinguir as noções cotidianas”. Entretanto, Chi (1991 apud MORTIMER, 2000, p. 65) “mostra a possibilidade da coexistência de dois

sentidos para o mesmo conceito, os quais são acessados em contextos apropriados”. Nesse sentido, Peduzzi (2001) cita como exemplo a utilização da lei  $F=m.a$  para a resolução de exercícios numéricos e do esquema alternativo  $F=k.v$  para questões conceituais que não envolvem cálculos.

Nessa mesma linha de raciocínio, Scott (1987 apud MORTIMER, 2000) afirma que o termo mudança conceitual não é apropriado para o que realmente se observa no processo. Segundo esse autor, há um desenvolvimento paralelo de ideias, que podem ser empregadas em diferentes contextos, dependendo daquilo que o indivíduo julgar como apropriado.

De acordo com Mortimer (2000, p. 66), diante das diversas críticas, “têm crescido o número de autores que procuram reformular a teoria de mudança conceitual de modo a admitir a hipótese de que as pessoas podem dispor de diferentes ideias alternativas que seriam ativadas por diferentes contextos”. Nesse sentido, surge a Noção de Perfil Conceitual desenvolvido por Mortimer (1995, 1996, 2000) como um instrumento de análise sobre a evolução conceitual em sala de aula, o qual abordaremos a seguir.

### 1.3 A NOÇÃO DE PERFIL CONCEITUAL

Com intuito de compreender a evolução das ideias dos estudantes, não apenas como uma substituição de concepções espontâneas por conhecimento científico, Mortimer (1995, 1996, 2000) constrói a noção de perfil conceitual, tomando como base a noção de perfil epistemológico construída por Bachelard (1984).

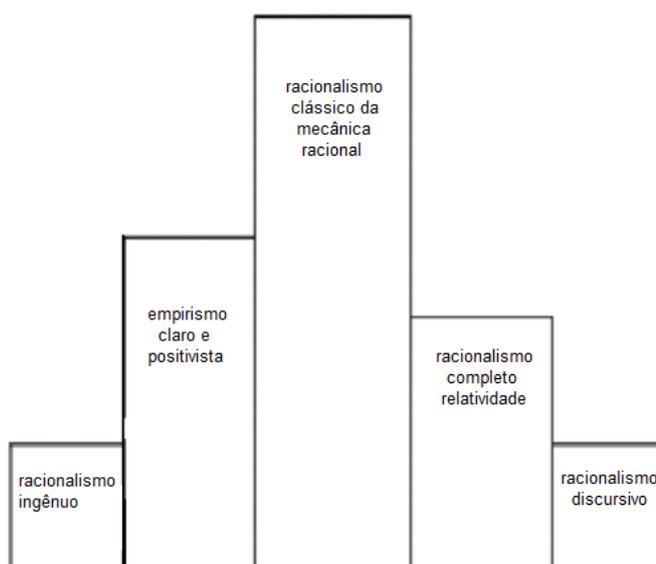
A noção de perfil conceitual permite considerar a evolução das ideias dos estudantes como “a evolução de um perfil de concepções, em que as novas ideias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as ideias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente” (MORTIMER, 1996, p. 20). Assim, para compreendermos esta noção desenvolvida por Mortimer, abordaremos primeiramente a noção de perfil epistemológico, construída por Gaston Bachelard. Em seguida, apresentamos o programa de pesquisa denominado de teoria do perfil conceitual, que surge a partir de contribuições de outros pesquisadores (COUTINHO, 2002; MORTIMER;

AMARAL, 2001; MORTIMER et al, 2014; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2014). O programa de pesquisa de perfis conceituais destaca as etapas básicas para construção e análise de um perfil conceitual de um conceito particular e as contribuições destes estudos para o processo de ensino-aprendizagem de conceitos.

### 1.3.1 O perfil epistemológico de Gaston Bachelard

A noção de perfil epistemológico pode ser considerada como um conjunto de diferentes formas do indivíduo compreender e representar a realidade. Estas formas de compreensão e representação foram construídas com base em diferentes perspectivas filosóficas, visto que uma única perspectiva não é capaz de representar a totalidade de pensamentos a respeito de um determinado conceito. Assim, o perfil epistemológico pode ser entendido como uma escala graduada, que relaciona a compreensão do indivíduo sobre um determinado conceito e uma perspectiva filosófica específica. Essa relação é estabelecida por meio da existência de uma característica geral presente no discurso do indivíduo a respeito do conceito. Para exemplificar a aplicação deste modelo, Bachelard (1984) constrói a noção de perfil epistemológico para o conceito de massa, reproduzida na figura 3.

FIGURA 3 – O PERFIL EPISTEMOLÓGICO DE BACHELARD PARA O CONCEITO DE MASSA



FONTE: Adaptado de Bachelard (1984).

O realismo ingênuo está associado ao senso comum, isto é, associar a massa a objetos pesados. Nas palavras de Bachelard (1984, p. 14) “uma apreciação quantitativa grosseira e como que ávida de realidade. Aprecia-se a massa pela vista”. O empirismo claro e positivista considera a massa como algo possível de medir precisamente, através de instrumentos de medida e, para a massa, o instrumento utilizado seria a balança. No racionalismo clássico, o indivíduo vai além da percepção sensorial e de instrumentos de medida, uma vez que considera a massa como uma relação racional, isto é, define a massa como o quociente da força pela aceleração. No racionalismo moderno, a noção de massa depende de outras noções, pois o indivíduo não considera a massa como absoluta, mas sim relativística. No racionalismo contemporâneo o indivíduo concebe a noção de massa a partir de teorias que ainda estão em desenvolvimento (BACHELARD, 1984).

As colunas da figura 3 representam as zonas do perfil epistemológico e, a altura de cada coluna corresponde a uma aproximação entre a compreensão do indivíduo sobre massa e a visão epistemológica correspondente. Nesse sentido, quanto maior for uma determinada zona do perfil, maior será sua influência desta visão na noção geral que o indivíduo tem a respeito de massa.

Mortimer (1995, 1996, 2000) introduz algumas características à visão de perfil epistemológico de Gaston Bachelard e assim desenvolve a noção de perfil conceitual, considerando a distinção entre as características ontológicas e epistemológicas referentes a cada zona do perfil, ou seja, diferentes zonas do perfil podem ser ontologicamente e epistemologicamente distintas.

As características ontológicas são fortemente influenciadas pela cultura, entretanto, pode existir diferentes perfis conceituais para indivíduos que estão inseridos numa mesma cultura. Nesse sentido, a noção de perfil conceitual é dependente do contexto e influenciada pelas experiências individuais de cada sujeito. No entanto, pode-se encontrar similaridades entre as divisões dos perfis conceituais de diversos conceitos científicos que estão presentes em todo o mundo (MORTIMER, 2000).

A seguir, abordaremos com maior profundidade a Teoria do Perfil Conceitual, que surge como um programa de estudos e contribuições de diversos pesquisadores à ideia inicial de Mortimer (1995, 1996, 2000).

### 1.3.2 A Teoria do Perfil Conceitual

Anteriormente, discutimos a respeito da Teoria da Mudança Conceitual, que objetiva o abandono das concepções cotidianas e, a substituição destas por conhecimento científico. Mortimer e El-Hani (2014) destacam que de acordo com essa teoria, as ideias intuitivas, também consideradas como visões de mundo, são tratadas como um obstáculo à aprendizagem de Ciências. Assim, o conhecimento científico é visto como superior às concepções espontâneas e o único que deve ser reconhecido no âmbito escolar.

Nesse sentido, a Noção do Perfil Conceitual surge, inicialmente, como um modelo alternativo à Mudança Conceitual, uma vez que

[...] permite entender a evolução das ideias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de ideias alternativas por ideias científicas, mas como a evolução de um perfil de concepções, em que as novas ideias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as ideias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente. Através dessa noção é possível situar as ideias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico. (MORTIMER, 1996, p.20)

A Noção de Perfil Conceitual reconhece a heterogeneidade do pensamento verbal, ou seja, se compararmos diferentes culturas, encontraremos distintas visões a respeito de um conceito. Nesse sentido, a teoria reconhece que os significados atribuídos às palavras são distintos e geram uma certa polêmica, tanto na vida cotidiana como na científica. Assim, o indivíduo pode apresentar diferentes formas de representar e interpretar um conceito e, para um determinado contexto, tende a escolher o significado que considera ser o mais adequado à situação.

Apesar de a Noção de Perfil Conceitual ter sido desenvolvida inicialmente como um modelo alternativo à Teoria da Mudança Conceitual, ao longo dos últimos anos ela tornou-se um programa de pesquisa. A partir de contribuições de diversos pesquisadores (COUTINHO, 2002; MORTIMER; AMARAL, 2001; MORTIMER et al, 2014; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2014), o programa de pesquisa sobre perfis conceituais resulta em uma teoria formulada em conexão com a teoria do desenvolvimento psicológico de Vygotsky.

Nesse sentido, os perfis conceituais são considerados como modelos que representam a diversidade dos modos de pensar de indivíduos que pertencem a um

certo contexto sociocultural e, podem ser utilizados, em diferentes situações ou experiências. Os perfis conceituais servem como ferramentas para analisar os modos de pensar dos indivíduos e a teoria de Vygotsky permite que a aprendizagem seja investigada (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

O perfil conceitual é constituído por diferentes zonas e, cada uma dessas zonas corresponde a um modo de interpretar o conceito. Podemos compreender as zonas do perfil como diferentes visões de mundo, que serão utilizadas de acordo com o contexto em que o sujeito estiver inserido no momento, ou seja, para um determinado contexto uma das zonas do perfil será mais representativa, já em outra situação, o indivíduo poderá utilizar uma interpretação (zona do perfil) totalmente diferente da anterior, mas que julgue ser a ideal para o momento.

Mortimer e El-Hani (2014) destacam que apesar de um indivíduo possuir um perfil conceitual para cada conceito deve-se considerar, com base na teoria sociocultural, que os conceitos são interpretados de modo similar por indivíduos que pertencem à mesma cultura. Esse conjunto de significados, também chamado de representações coletivas, é supra-individual e depende da cognição individual.

Ainda segundo Mortimer e El-Hani (2014), a aprendizagem conceitual ocorre em dois processos que se entrelaçam, sendo eles: a construção de novas interpretações e o diálogo entre as novas e antigas formas de pensar. O principal foco desse processo consiste na tomada de consciência da diversidade de interpretações de um conceito e, o reconhecimento da utilização dessas interpretações em diferentes contextos.

Além de reconhecer a diversidade de interpretações sobre um conceito, torna-se relevante a tomada de consciência do estudante em relação ao seu próprio perfil, visto que o uso de concepções prévias para solucionar problemas pode indicar que o estudante não tem consciência do seu próprio modo de pensar. Com relação ao conceito de movimento, Mortimer (2000, p. 80) aponta que

O aluno teria adquirido o conceito newtoniano de movimento, mas não teria se conscientizado da relação entre este e o seu conceito anterior de que "movimento requer força", não sabendo, portanto, em que contexto é mais apropriado empregar um ou outro. Numa situação nova ele usaria o conceito pré-newtoniano de que "movimento requer força", apesar de já ter usado o conceito newtoniano com sucesso em situações familiares, justamente porque ele não teria tomado consciência de que esses dois

conceitos pertencem a um mesmo perfil, mas que os domínios a que se aplicam são diferentes.

Nesse sentido, a falta de consciência do próprio perfil pode levar o estudante a generalizar situações de acordo com o conhecimento intuitivo que, por ser mais familiar e arraigado à estrutura conceitual, apresenta maior segurança em uma nova situação.

De acordo com Mortimer e El-Hani (2014) o programa de pesquisa sobre perfis conceituais, desenvolvido nos últimos anos, propõe três etapas de investigação. A primeira etapa tem como objetivo determinar as zonas que compõem um modelo de perfil conceitual. Nesse processo, são utilizadas diferentes fontes de informação, buscando compreender diferentes domínios genéticos a respeito do conceito. Sepulveda, Mortimer e El-Hani (2014, p. 165, tradução nossa) citam quatro fontes de informação que foram utilizadas para determinar o perfil conceitual de adaptação:

(1) fontes secundárias sobre a história da biologia e tratamentos epistemológicos do conceito de adaptação, (2) literatura sobre as concepções alternativas dos alunos sobre os conceitos de adaptação e seleção natural, (3) dados empíricos coletados através de entrevistas e questionários com estudantes de biologia de ensino médio e ensino superior, e (4) dados de gravação de vídeo de interações discursivas na sala de aula.

A interação entre estas fontes de informação resulta na construção de uma matriz epistemológica, que pode ser definida como uma tabela que organiza os temas epistemológicos, que podem auxiliar na compreensão dos significados do conceito, e um conjunto de compromissos ontológicos e epistemológicos que proporcionam as interpretações associadas a esse conceito (SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2014). A figura 4 ilustra como as diferentes fontes de informação se relacionam no processo de construção do perfil conceitual de um conceito.

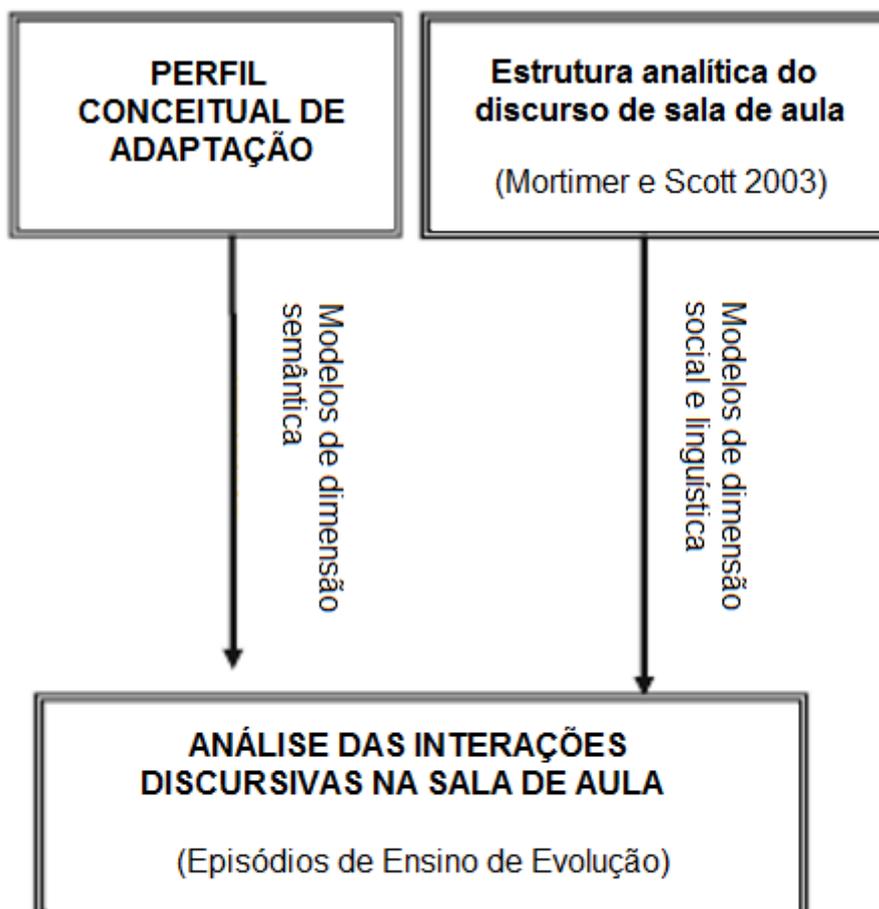
FIGURA 4 – ESQUEMA QUE REPRESENTA O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UM PERFIL CONCEITUAL



FONTE: Sepulveda, Mortimer e El-Hani (2014).

A segunda etapa do programa de pesquisa consiste em investigar a presença das zonas do perfil conceitual traçado inicialmente em diferentes pessoas, com intuito de caracterizar os perfis conceituais individuais. Nesse sentido, o perfil conceitual é aplicado em uma determinada sala de aula, buscando analisar as interações discursivas que ocorrem no processo educacional. A figura 5 apresenta as categorias que foram consideradas por Sepulveda, Mortimer e El-Hani (2014) para nortear a análise das dimensões sociais e linguísticas dessas interações produzidas em sala de aula.

FIGURA 5 – ESQUEMA QUE REPRESENTA A SEGUNDA ETAPA DO PROGRAMA DE PESQUISA DE PERFIS CONCEITUAIS



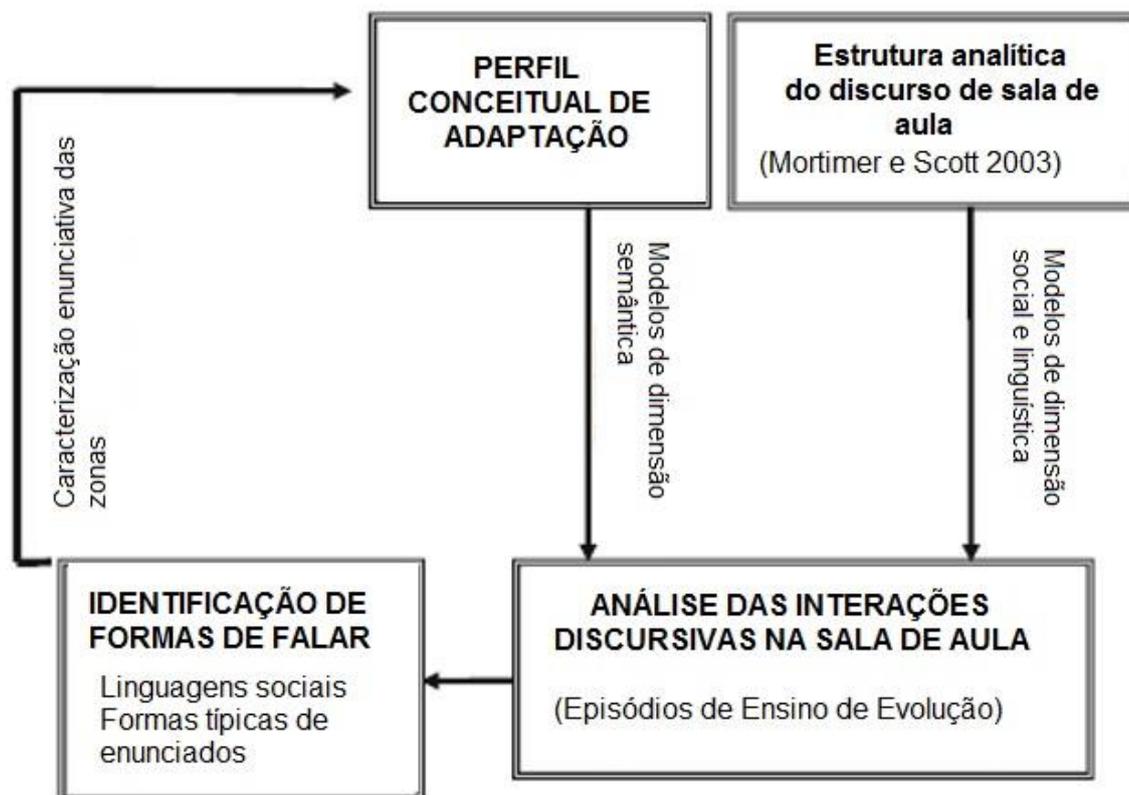
FONTE: Sepulveda, Mortimer e El-Hani (2014).

As interações discursivas foram investigadas por meio de uma análise microgênica, que pode ser descrita como um estudo detalhado da formação de um processo psicológico. Durante a análise, que ocorre através de episódios de ensino, as ações individuais e relações estabelecidas entre os sujeitos são descritas em detalhes. Assim, considera-se todo o contexto em que emergem os significados atribuídos ao conceito (SEPULVEDA, MORTIMER, EL-HANI, 2014).

Ainda segundo Sepulveda, Mortimer e El-Hani (2014), a terceira etapa do programa de pesquisa consiste no aperfeiçoamento do perfil conceitual traçado anteriormente, considerando a investigação realizada a partir das interações discursivas. Assim, as zonas do perfil conceitual são propostas com base nas formas típicas de interpretar o conceito. A figura 6 ilustra esse processo de movimentação

do perfil conceitual inicial através da caracterização das zonas do perfil.

FIGURA 6 – ESQUEMA QUE REPRESENTA A TERCEIRA ETAPA DO PROGRAMA DE PESQUISA DE PERFIS CONCEITUAIS



FONTE: Sepulveda, Mortimer e El-Hani (2014).

Assim, a construção de um modelo de perfil conceitual de um conceito particular considera diversas fontes de informação, que juntas permitem a investigação acerca de três domínios genéticos (microgênicos, ontogênicos e socioculturais) e, conseqüentemente, a compreensão da dinâmica do desenvolvimento conceitual do indivíduo (MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Inicialmente, os perfis conceituais propostos por Mortimer (1995, 1996, 2000) foram utilizados como uma ferramenta para compreender e organizar os diferentes modos de pensar a respeito de um determinado conceito. Entretanto, o desenvolvimento do programa de pesquisa da teoria do perfil conceitual de Mortimer e colaboradores (2014) amplia a discussão a respeito de aspectos do processo de ensino-aprendizagem. Assim, os perfis conceituais passam a contribuir na elaboração de estratégias de ensino, considerando as diferentes visões de mundo que os estudantes podem apresentar a respeito de um conceito.

Nesse sentido, Simões Neto (2016, p. 27) destaca que

Atualmente, o programa de pesquisa em perfis conceituais busca levar os perfis propostos para a sala de aula a partir de estratégias de ensino e atividades desenvolvidas sob a perspectiva de aprendizagem associada a teoria, o que pode ser considerada uma etapa de amadurecimento da proposta.

A teoria do perfil conceitual considera, além dos diferentes modos de pensar dos sujeitos, o contexto social e cultural onde a aprendizagem ocorre, o processo de conceituação, a tomada de consciência a respeito das diferentes zonas do perfil conceitual, visando estratégias didáticas que permitam discutir as diversas interpretações a respeito de um conceito, como forma de enriquecer o perfil conceitual dos estudantes (AMARAL, 2004; SEPULVEDA, 2009; SIMÕES NETO et al., 2013).

Mortimer et al (2014 apud SIMÕES NETO, 2016, p. 28) aponta duas dimensões da aprendizagem de Ciências:

1. Enriquecimento dos perfis conceituais, ou seja, processo associado ao ato de conhecer novas zonas do perfil conceitual para um determinado conceito, que configura um processo cognitivo.
2. A tomada de consciência da multiplicidade de modos de pensar que constituem um perfil conceitual e dos contextos nos quais esses modos de pensar e os significados que eles preconcebem podem ser aplicados de modo apropriado e pragmaticamente poderosos, ou seja, saber da possibilidade de coexistência das zonas e dos contextos de uso, sendo um processo metacognitivo.

Assim, considerando essas duas dimensões do processo de aprendizagem, buscamos analisar a percepção dos licenciandos com relação às estratégias metacognitivas desenvolvidas durante o processo de movimentação do perfil conceitual de força.

### 1.3.3 O perfil conceitual de força

Anteriormente, destacamos as etapas que compõem o processo de construção de um modelo de perfil conceitual para um conceito particular, assim como as contribuições da teoria para a compreensão do processo de ensino-aprendizagem de conceitos. Entretanto, nesta pesquisa, não objetivamos construir e validar um perfil conceitual para o conceito de força, uma vez que já dispomos de um modelo construído e validado na literatura. Assim, descrevemos a seguir a

construção do modelo de perfil conceitual de força desenvolvido por Radé (2005), que será utilizado para o processo de análise nesta pesquisa.

Para a construção da matriz epistemológica e, posteriormente, a proposta de perfil conceitual de força, Radé (2005, p. 123) considera várias pesquisas que analisaram o conceito de força sobre diferentes olhares, sendo elas:

(1) A visão histórico-epistemológica (HE) do conceito de força, desenvolvida por Jammer (1957);

(2) A visão psicogenética desenvolvimental (PD) segundo a pesquisa de Piaget (1973);

(3) As etapas do desenvolvimento psicogenético-histórico de força (PH), segundo Piaget e Garcia (1983);

(4) Concepções alternativas (CA), analisadas em diversos trabalhos de pesquisa na área;

As tabelas 1 a 5 apresentam a matriz epistemológica construída por Radé (2005). Na representação é possível compreender a contribuição de cada uma das interpretações consideradas pelo autor, a respeito do conceito de força, para a definição das categorias ou zonas do perfil conceitual.

TABELA 1 – MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DA NOÇÃO DE FORÇA PARA A CATEGORIA I

<b>Visão HE</b>	<b>Visão PD</b>	<b>Visão PH</b>	<b>CA</b>
Noção de força originada da percepção de esforço físico muscular; Animista, indistinta de energia, esforço, trabalho, potência, poder e movimento.		Animismo; Primado do sensorial; Indiferenciação dos conceitos;	Os estudantes do confundem conceitos de força, energia, potência, força gravitacional e peso.

FONTE: Adaptado de Radé (2005).

A primeira categoria engloba as concepções que não distinguem o conceito de força de outros conceitos físicos, tais como energia, trabalho e potência. Assim, o estudante tende a relacionar a força com esforço físico muscular e, manter a concepção de que, se há força aplicada, há movimento.

TABELA 2 – MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DA NOÇÃO DE FORÇA PARA A CATEGORIA II

Visão HE	Visão PD	Visão PH	CA
<p>Visão de força como elementos antagônicos, agindo simultaneamente sobre todas as coisas;</p> <p>Inerente à matéria, emanando desta e agindo sobre outro corpo, mas sob contato direto;</p> <p>Força como propriedade de Deus, manifesta como seres incorpóreos;</p> <p>Substancialista, dual (opostos em conflito), reguladora da natureza, atuando por contato;</p> <p>Movimento proporcional à força.</p>	<p>Noção global e correspondente à intuição elementar do impulso ou da grandeza física “ação” (enquanto impulso espaço-temporal);</p> <p>Ligação entre a velocidade do móvel e sua “massa” (volume, peso, etc.) com intuições precoces de peso enquanto favoráveis ao impulso ou que resistam (conforme se trate de agente ou paciente), mas um peso variável, ainda dependente das situações.</p>	<p>Finalismo;</p> <p>Motor interno;</p> <p>Egocentrismo;</p> <p>Centração nos Atributos (predicados);</p> <p>Contradições.</p>	<p>A força parece residir dentro dos objetos; é imanente e sugere alguma espécie de poder residindo no objeto ou corpo;</p> <p>Associação entre movimento com força;</p> <p>Se um corpo se move há uma força atuando sobre ele, na direção do movimento;</p> <p>Se um corpo não se move, não há força atuando sobre ele.</p>

FONTE: Adaptado de Radé (2005).

A segunda categoria abrange concepções que consideram a força como um motor interno, intrínseco à matéria e, que age somente por contato direto. Assim, é estabelecida uma relação direta entre força e velocidade, ou seja, se não há movimento o objeto não está sob ação de força, sendo a recíproca verdadeira.

TABELA 3 – MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DA NOÇÃO DE FORÇA PARA A CATEGORIA III

Visão HE	Visão PD	Visão PH	CA
<p>Força como ação a distância, sem contato, corpórea, inerente ao objeto, influenciada pela</p>	<p>Intervenção da transitividade conduzindo noção</p>	<p>da Início da passagem à atributos de relações</p>	<p>da Há uma força para cima e decrescente no corpo que sobe, podendo ser</p>

astrologia, como transmissão do elemento de atração ou repulsão sem dualidade inicial; Persiste a ideia de natureza ou origem divina; Forças musculares ou naturais, resistivas ao movimento local do objeto; 'Simpatia' (emanação divina), de conotação psíquica, partes se unem ao todo (atração dos semelhantes); Força como expansão (calor) e contração (frio).	transmissão do impulso, ideia de algo ("corrente") que flui de um móvel a outro e que ultrapassa desta maneira o simples impulso; Conceito de "impulso" que é, todavia, uma mudança de velocidade (aumento até à perda do impulso); Uma primeira noção de força como variação temporal do impulso ou de momento linear.	(assimétricas); Diferenciação parcial dos conceitos; Introdução da medida (comparações).	identificada com o ímpetus em dissipação; Objetos inanimados não exercem força; Força como propriedade de objetos.
--	---	--	--

FONTE: Adaptado de Radé (2005).

Na terceira categoria notamos que as concepções a respeito do conceito de força possuem maior grau de elaboração que as anteriores, uma vez que passam a considerar a ação da força à distância. Nessa categoria, a força é denominada como um impulso, que flui de um corpo ao outro, ou seja, há transmissão de força entre corpos. Há também uma consideração inicial de força como variação de impulso ou momento linear, entretanto, persiste a noção de ímpetus em dissipação, ou seja, considera-se que há uma força para cima que decresce em um corpo que realiza um movimento de subida.

TABELA 4 – MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DA NOÇÃO DE FORÇA PARA A CATEGORIA IV

Visão HE	Visão PD	Visão PH	CA
Força de ordem imaterial, ora como alma, dirigindo os corpos celestes, ora como uma quantidade física, quase	Permanência das forças nos estados de equilíbrio (os pesos continuam em	Relações; Diferenciação de conceitos; Medidas.	

---

corpóreo-mecânica;	repouso ao pesar e
Força de atração mútua	puxar, etc.);
(gravitação), emanando dos	Um princípio de
corpos;	composição vetorial
Força como entidade sujeita ao	das direções e
formalismo matemático;	intensidades;
Agente reguladora do	Descoberta da
movimento dos corpos celeste,	aceleração em
não é centralmente atrativa;	certas situações;
Equivalente a peso;	A relação entre
Impressa (de contato);	direção e aceleração
Como sequência de impulsos	se impõe no caso
instantâneos que se somam.	dos planos
Ação externa, não inerente à	inclinados;
matéria;	A força se aproxima,
Centrífuga, real como	assim, da derivada
equilibradora da força de	do momento linear.
gravitação;	
Na visão cartesiana: é uma	
noção psíquica.	

---

FONTE: Adaptado de Radé (2005).

Na quarta categoria notamos uma maior aproximação das concepções de força com a definição newtoniana, uma vez que a força deixa de ser considerada como inerente à matéria, ou seja, admite-se que ela é uma ação externa. Nota-se uma relação de equivalência entre força e peso, assim como a existência de forças de atração. Há indícios de considerações acerca do formalismo matemático, visto que surge uma concepção de princípio de composição vetorial da força. Por fim, ocorre a diferenciação entre conceitos e a consideração sobre aceleração em algumas situações, levando a uma aproximação entre o conceito de força como a derivada do momento linear.

TABELA 5 – MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DA NOÇÃO DE FORÇA PARA A CATEGORIA V

Visão HE	Visão PD	Visão PH	CA
<p>Conceito apriorístico, intuitivo;</p> <p>Força como propriedade de resistência inerente à matéria (inércia) ou como força impressa por ação externa, mudando seu estado de repouso ou movimento uniforme numa linha reta;</p> <p>Vetorial e, componível segundo a regra do paralelogramo no caso de duas forças agindo sobre um corpo;</p> <p>Agente causal da aceleração;</p> <p>Dual agindo em pares de ação e reação, possivelmente a distância;</p> <p>Ideia metafísica de espíritos etéreos, como atração sobre corpos em distâncias próximas;</p> <p>Taxa de variação do momento - 2ª lei de Newton;</p> <p>Força da gravidade de origem externa à matéria.</p>		<p>Transformações;</p> <p>Explicações causais;</p> <p>Estruturação dos conceitos num sistema.</p>	<p>Movimento não associado à força e sim pela inércia;</p> <p>Força como soma vetorial;</p> <p>Composição de forças;</p> <p>Gravidade: aceleração independente da massa do corpo.</p>

FONTE: Adaptado de Radé (2005).

A quinta categoria aborda o conceito de força sob a visão newtoniana, ou seja, considera a força como grandeza vetorial, reconhece a relação entre força e aceleração, a distinção de conceitos, a composição de forças e a definição de força como derivada do momento linear.

Assim, Radé (2005, p. 129) determina oito zonas do perfil conceitual de força. Entretanto, considerando o fato de que os sujeitos participantes desta pesquisa se encontram no início do curso, utilizaremos as cinco primeiras zonas do perfil, uma vez que as outras zonas se referem a conceitos que serão estudados posteriormente no curso. Estas cinco zonas podem ser resumidas da seguinte maneira:

- I: noção de força originada da percepção de nosso esforço físico, muscular; antropomórfica, animista; indistinta de energia, esforço, trabalho, potência, poder e movimento.

- II: força dual (opostos em conflito), reguladora, de origem divina, inerente à matéria, atuando por contato;

- III: força como 'simpatia' (atração dos semelhantes), corpórea, inerente ao objeto, de natureza ou origem divina, agindo à distância. Resistência ao movimento do objeto como força (vis resistiva).

- IV: força de ordem imaterial, passível de formalização matemática. Força como sequência de impulsos instantâneos, externos, que se somam. Força centrífuga, real, como reguladora do movimento circular dos corpos.

- V: força como conceito apriorístico. Força como propriedade de resistência inerente à matéria (inércia) ou como força impressa por ação externa, esta vetorial, componível segundo a regra do paralelogramo, agente causal da aceleração, agindo em pares de ação e reação, possivelmente à distância, mas através de espíritos etéreos, formando um 'campo de forças'.

O modelo de perfil conceitual de força proposto por Radé (2005) foi validado com base em resultados obtidos por meio de uma adaptação do questionário *Force Concept Inventory* (HESTENES et al, 1992). Assim, para esta pesquisa, utilizaremos este mesmo instrumento para a constituição de dados, buscando verificar se há convergência entre o perfil conceitual dos licenciandos em Física e o modelo proposto na literatura. A seguir, apresentamos algumas considerações acerca do conceito de metacognição e definição das estratégias e subestratégias metacognitivas utilizadas durante a pesquisa.

#### 1.4 A TOMADA DE CONSCIÊNCIA E O PROCESSO METACOGNITIVO

Anteriormente, apresentamos a Teoria do Perfil Conceitual construída por Mortimer e colaboradores (2014). Nessa perspectiva, a aprendizagem conceitual visa a tomada de consciência da diversidade de interpretações de um conceito e o reconhecimento do uso destas interpretações em diferentes contextos (MORTIMER; EL-HANI, 2014). De acordo com Mortimer (2000), o processo de tomada de consciência em relação ao próprio modo de pensar é definido como processo metacognitivo ou metacognição.

Assim, considerando a relevância da tomada de consciência no processo de aprendizagem e formação docente, propomos neste trabalho uma abordagem metacognitiva, ou seja, uma estratégia de ensino com atividades que permitam a tomada de consciência e, conseqüentemente, a metacogição dos licenciandos em Física a respeito do conceito de força.

A seguir, apresentamos algumas definições presentes na literatura para o conceito de metacogição e posteriormente destacamos as características consideradas durante a estratégia de ensino metacognitiva.

#### 1.4.1 A metacogição

Apesar de a metacogição ser considerada extremamente relevante no processo de aprendizagem, não há na literatura uma definição única para o conceito. De acordo com Guimarães, Stoltz e Bosse (2008 apud POZO, MONEREO e CASLELLÓ, 2004, p. 153), podemos encontrar o termo metacogição

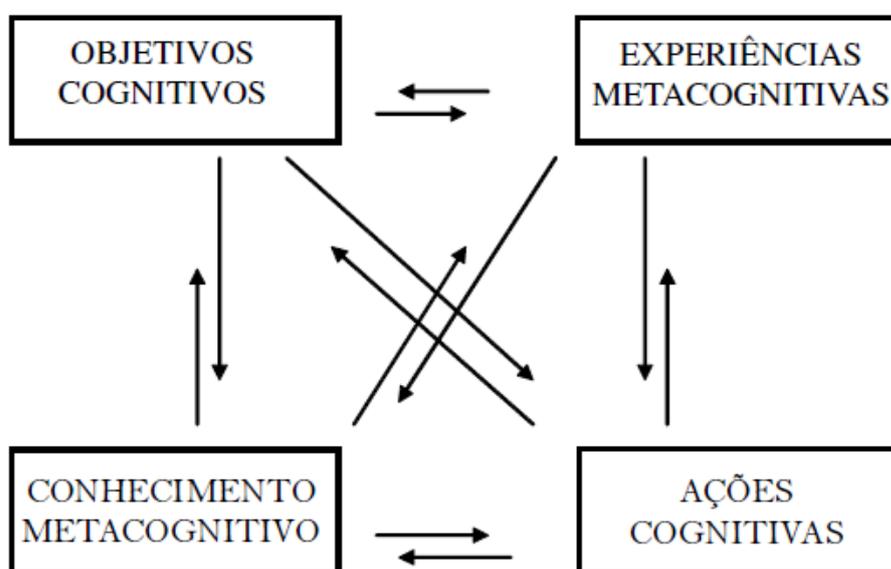
como introspecção reflexiva (filosofia da mente), como habilidade de auto-observação (procedimental-cognitivismo), como qualidade de controle executivo (processamento da informação), como um tipo de reflexão em e sobre a própria ação (pesquisa em ação) ou como um processo de internalização da regulação interpsicológica à intrapsicológica (enfoque sociocultural).

De acordo com Dreher (2008), o termo metacogição surge por volta de 1970, tendo como precursor o psicólogo americano John Hurley Flavell. Inicialmente, o termo se referia somente a consciência reflexiva do sujeito sobre o processo cognitivo, mas, posteriormente passou a incluir a regulação e o controle desses processos. Kato (1985 apud GUIMARAES, STOLTZ e BOSSE, 2008) destaca que a primeira dimensão se refere a reflexões sobre o próprio conhecimento e a segunda ao controle desse conhecimento.

O processo de regulação da metacogição pode ser dividido em três momentos: planejamento das atividades (antes), controle ou monitoramento da realização dessas atividades (durante) e avaliação dos resultados obtidos (depois). Nesse sentido, ao participar ativamente desse processo, o indivíduo desenvolve um certo controle sobre seus próprios mecanismos de aprendizagem (GUIMARAES, STOLTZ e BOSSE, 2008).

De acordo com Flavell (1987 apud JOU; SPERB, 2006) metacognição é a capacidade do sistema cognitivo do indivíduo de monitorar e auto-regular os processos cognitivos. Esta capacidade permite a consciência dos próprios pensamentos e ações e, conseqüentemente, a compreensão acerca do próprio processamento cognitivo. Ao definir o conceito, o autor destaca a importância de delimitar o termo metacognição, de modo a evitar que o mesmo se refira a todos os fenômenos psicológicos. O modelo proposto por Flavell é representado na figura 7.

FIGURA 7 – MODELO DE METACOGNIÇÃO DE FLAVELL (1987)



FONTE: Jou & Sperb (2006).

De acordo com Jou e Sperb (2006), os objetivos cognitivos são compreendidos como metas a serem atingidas durante o processo cognitivo e as ações cognitivas referem-se aos procedimentos realizados para atingir estes objetivos. Por sua vez, o conhecimento metacognitivo refere-se ao conhecimento do indivíduo sobre a sua mente e características psicológicas e, as experiências metacognitivas compreendem a consciência das próprias experiências cognitivas e afetivas.

A seguir, apresentamos a definição de estratégias metacognitivas e as categorias utilizadas durante a constituição da pesquisa.

#### 1.4.2 As estratégias metacognitivas

Antes, consideramos a definição de metacognição como a capacidade de regulação e controle dos processos cognitivos. Nesse sentido, para um indivíduo possuir tal capacidade é necessário que o mesmo utilize algumas estratégias, que neste caso são denominadas de estratégias metacognitivas.

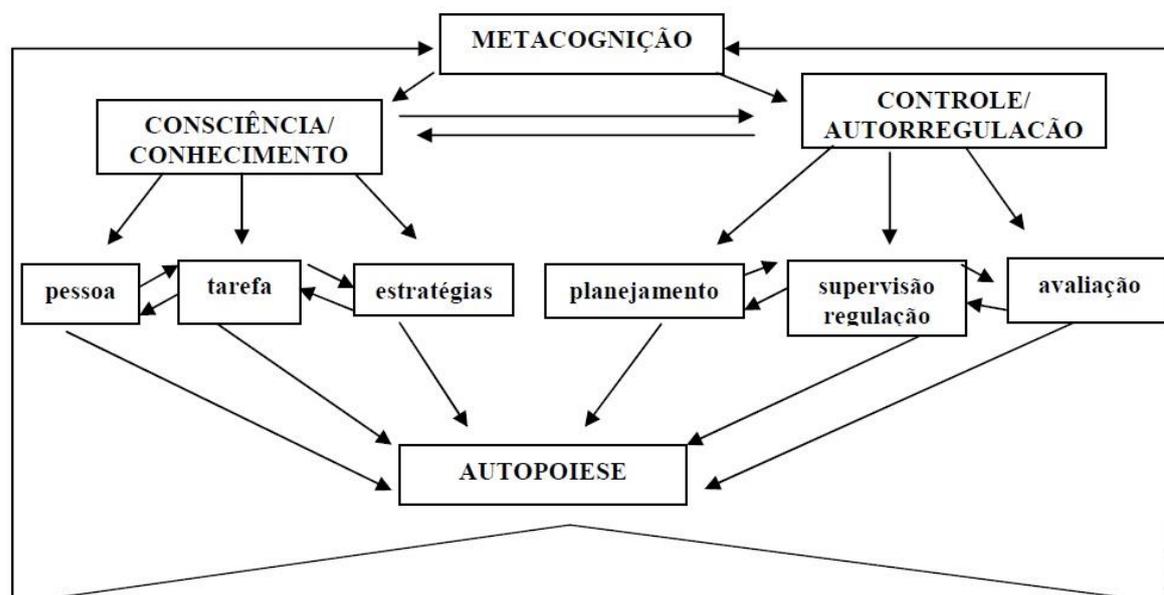
As estratégias metacognitivas, são definidas por Portilho (2009, p. 108) como “um conjunto de operações mentais que requer planificação e controle na hora de serem executadas”, isto é, são estratégias que proporcionam o monitoramento do progresso cognitivo. Segundo Flavell (1999a apud Dreher, 2008), as estratégias cognitivas são utilizadas pelo sujeito para executar uma tarefa e atingir um objetivo cognitivo, enquanto as estratégias metacognitivas caracterizam-se como forma de avaliar a eficácia das primeiras.

Carrasco (2004 apud PORTILHO, 2012, p. 185) destaca que as estratégias cognitivas se referem a:

- saber avaliar a própria execução cognitiva;
- saber selecionar uma estratégia adequada para solucionar determinado problema;
- saber dirigir, focar a atenção a um problema;
- saber decidir quando parar a atividade em um problema difícil;
- saber determinar a compreensão do que se está lendo ou escutando;
- saber transferir os princípios ou estratégias aprendidas de uma situação para outra;
- saber determinar se as metas ou os objetivos propostos são consistentes com suas próprias capacidades;
- conhecer as demandas da tarefa;
- conhecer os meios para chegar às metas ou objetivos propostos;
- conhecer as próprias capacidades e como compensar suas deficiências.

Com intuito de compreendermos de que maneira os sujeitos desenvolvem tais competências, explicitamos a seguir as estratégias e subestratégias metacognitivas consideradas neste trabalho. A figura 8 apresenta as relações estabelecidas entre elas.

FIGURA 8 – ESTRATÉGIAS E SUBESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS



FONTE: Portilho (2003).

O modelo exposto na figura 8 foi proposto por Portilho (2009), com base em estudos anteriores de Mayor (1995). Podemos destacar como principais componentes deste modelo as estratégias: Consciência, Controle e Autopoiese, uma vez que, em um ciclo contínuo e cooperante possibilitam a metacognição. A seguir, apresentamos a definição e as subestratégias de cada uma dessas estratégias metacognitivas.

#### 1.4.2.1 Consciência ou conhecimento

A estratégia metacognitiva denominada de consciência ou conhecimento é definida como o conhecimento sobre o próprio conhecimento, ou seja, corresponde à tomada de consciência sobre a própria forma de pensar e dos processos cognitivos e competências necessárias que um indivíduo deve possuir para executar uma determinada tarefa.

Flavell (1987 apud PORTILHO, 2003) afirma que o conhecimento metacognitivo se desenvolve através da tomada de consciência do indivíduo a respeito das interações que ocorrem entre determinadas variáveis e de como essas interferem nas atividades cognitivas. Essas variáveis, ou subestratégias metacognitivas (PORTILHO, 2003), são denominadas de metaconhecimento sobre a

natureza das **peessoas**, das diferentes **tarefas** cognitivas e das possíveis **estratégias** que podem ser utilizadas para executar uma determinada atividade.

Sobre a variável natureza das pessoas, Jou e Sperb (2006, p. 179) apontam que “existe todo um conhecimento adquirido pela experiência, concernente ao próprio funcionamento cognitivo e afetivo”. Essa subestratégia metacognitiva pode ser dividida em três categorias:

- **Intraindividual**: se refere à consciência do indivíduo com relação às suas capacidades e limitações cognitivas;
- **Interindividual**: se refere ao reconhecimento e consciência sobre as diferenças entre si e os outros;
- **Universal**: se refere à consciência a respeito de propriedades universais da cognição humana, consideradas como um conhecimento dominante;

Assim, a tomada de consciência das categorias citadas acima pode auxiliar o sujeito a realizar um esforço mental para melhorar os resultados de sua aprendizagem.

A subestratégia metacognitiva **tarefas** refere-se à consciência do aprendiz sobre as informações apresentadas em uma determinada atividade, assim como o reconhecimento das exigências a serem cumpridas em sua execução. De acordo com Dreher (2008) diferentes tipos de tarefas demandam distintos tipos de processamento, assim, o indivíduo tende a avaliar e diferenciar tarefas, como forma de organizar-se para executá-las. Nesse processo ocorre um confronto entre as informações contidas na tarefa e o conhecimento do indivíduo sobre o assunto, logo, o nível de familiaridade ou o modo de compreender a tarefa norteiam o indivíduo a adaptar suas respostas de acordo com essas informações.

Portilho (2003) destaca que a variável tarefa se relaciona com o reconhecimento de fatores que afetam a memorização e a compreensão de fatores que influenciam na atenção. Jou e Sperb (2006, p. 179) corroboram com a afirmação de Portilho (2003), visto que

[...] as pessoas sabem que informações familiares exigem menos esforço atencional que informações totalmente novas, assim como sabem que é mais fácil lembrar a ideia central de uma história do que as palavras exatas

utilizadas. Esse conhecimento permite, então, avaliar as diferenças entre as tarefas e organizar-se para o cumprimento destas.

Nesse sentido, podemos destacar o papel da atenção durante a aprendizagem, uma vez que a participação ativa do aprendiz no processo pode garantir o êxito em determinadas atividades ou tarefas. Como destaca Portilho (2003) “uma aprendizagem acadêmica significativa exige que o sujeito que quer aprender processe, ativamente e de forma relevante, o material de aprendizagem”. Entretanto, sabemos que existem diversos motivos que podem desviar a atenção dos estudantes durante o ensino, dificultando o processo de aprendizagem.

A variável estratégias refere-se à consciência sobre os meios que devem ser utilizados ou ações que devem ser executadas para se obter êxito durante a realização de uma tarefa. Porém, como destaca Dreher (2008), nem sempre o fato de possuir um amplo repertório de estratégias garante que o estudante execute a tarefa de modo eficiente, uma vez que é necessário compreender profundamente as estratégias, sendo capaz de distinguir qual será a mais adequada para cada situação.

Segundo Dreher (2008, p. 66) “os alunos necessitam saber como as próprias características pessoais, as características e os requisitos da tarefa e a utilização de estratégias influencia a aprendizagem”. Esse encadeamento compreende a tomada de consciência e é considerado pela autora como o início do processo metacognitivo. A seguir, apresentamos a segunda estratégia metacognitiva, denominada Controle ou Autorregulação.

#### 1.4.2.2 Controle ou Autorregulação

O conceito de autorregulação foi definido por Bandura e Walters (1963 apud PORTILHO, 2003) como a capacidade de controlar as próprias ações. Essa capacidade é vista como um processo progressivo, que se inicia fora do sujeito e posteriormente passa a ser interno, como um tipo de reflexão sobre o próprio pensamento. O processo de autorregulação possibilita que o indivíduo se organize e realize um planejamento antes de executar uma tarefa, que efetue uma supervisão durante a execução e que, ao final da tarefa, seja capaz de revisar e avaliar suas ações.

Nesse sentido, a estratégia metacognitiva definida como controle ou autorregulação da atividade cognitiva, remete a uma reflexão constante do indivíduo a respeito de suas ações, sendo necessário que o ambiente escolar permita e instigue os aprendizes a realizar esse processo reflexivo. Essa estratégia engloba três subestratégias: **planejamento**, **supervisão** ou **regulação** e **avaliação** (DREHER, 2008).

De acordo com Portilho (2003), o planejamento é uma estratégia fundamental no processo de aprendizagem, visto que reúne uma série de fatores que devem ser compreendidos e considerados pelo estudante para a realização de uma tarefa. Assim, é necessário traçar o objetivo a ser cumprido e definir os meios necessários para atingi-lo, ou seja, esse processo compreende a previsão das ações a serem realizadas e a escolha das estratégias mais adequadas para se atingir o objetivo da atividade.

A supervisão ou regulação está relacionada às intervenções que são realizadas durante a execução da atividade, ou seja, o indivíduo realiza o controle da estratégia com intuito de atingir a meta estabelecida. Portilho (2003) destaca que, durante esse processo de controle, pode-se notar algum erro ou divergência entre a estratégia que está sendo utilizada e o objetivo proposto. Nesse sentido, tanto o professor quanto o aprendiz podem modificar o plano estratégico, redirecionando as ações ou utilizando uma estratégia alternativa para que se cumpra o objetivo da atividade. Esse processo contribui para que haja uma certa flexibilidade e adaptação das ações durante o processo de aprendizagem.

Portilho (2003) apresenta a subestratégia avaliação como uma forma de obter o controle dos resultados ao final do processo de aprendizagem. Nesse sentido, é possível que o aprendiz avalie os resultados alcançados, realizando uma comparação entre os objetivos definidos durante o planejamento e os resultados obtidos ao final da atividade.

As três subestratégias metacognitivas descritas anteriormente corroboram para que o aprendiz aprenda a ter o controle de sua aprendizagem, porém, Mateos (2001 apud DREHER, 2008, p. 68) destaca que

O fato destes processos se descreverem em uma sequência linear de três fases, não significa que toda a tarefa de aprendizagem ou solução de problemas implique necessariamente da mesma maneira os três tipos de processos, nem tampouco que se apliquem sempre nessa ordem, já que em

muitos casos eles interagem de forma complexa influenciando-se uns aos outros. Os processos de controle são mais recorrentes do que lineares.

Assim, conforme aponta Dreher (2008), é possível analisar o modo como o aprendiz pode organizar suas estratégias metacognitivas, seja de modo linear ou recorrente. Por fim, apresentamos a terceira estratégia metacognitiva, denominada **autopoiese**.

#### 1.4.2.3 Autopoiese

De acordo com Portilho (2003), a estratégia metacognitiva denominada **autopoiese** foi proposta inicialmente por Mayor e colaboradores (1993) e pode ser compreendida como “autofazer-se”, ou seja, um movimento de transformação ou reconstrução de si mesmo de modo autoorganizado. Esse movimento é possibilitado pela articulação entre a autopoiese e as estratégias da consciência e controle, uma vez que a primeira que

[...]complementa a ideia da tomada de consciência sobre a atividade de aprendizagem, sua regulação e a transformação necessária que o sujeito deve fazer a partir da experiência vivida, ou seja, os significados que ele constrói e a transformação que realiza a partir desse movimento intrapessoal; a autopoiese implica a dialética, a recursividade e o processo de retroalimentação, ou feedback (PORTILHO, 2004, p. 6).

Assim, as três estratégias metacognitivas completam um ciclo, permitindo ao estudante a tomada de consciência a respeito de sua cognição, o controle ou regulação de aspectos referentes ao processo cognitivo e conseqüentemente, a transformação de sua forma de aprender.

Na seqüência, apresentamos os encaminhamentos metodológicos que estruturam esta pesquisa e, também uma abordagem mais profunda a respeito do teste FCI utilizado.

## 2 METODOLOGIA

Nesta pesquisa objetivamos analisar a percepção dos licenciandos com relação às estratégias metacognitivas desenvolvidas durante o processo de movimentação do perfil conceitual de força. Assim, considerando a formação inicial de professores como o objeto da pesquisa, pretendemos refletir sobre tais questões por meio de atividades e discussões realizadas em uma disciplina do curso de licenciatura em Física de uma instituição de Ensino superior do Estado do Paraná.

O objetivo deste capítulo é apresentar a opção metodológica adotada para a pesquisa, os instrumentos utilizados para a constituição de dados, o contexto de desenvolvimento e a metodologia de análise dos dados obtidos na investigação.

### 2.1 A METODOLOGIA DE PESQUISA

Com intuito de constituir elementos para uma análise que nos permita responder ao problema de pesquisa, buscamos uma metodologia adequada ao contexto de realização do estudo. Lüdke e André (1986) apontam que a escolha da metodologia é relacionada à natureza do problema, desta forma optamos por uma abordagem qualitativa, explicativa e com observação participante.

Sobre a definição de pesquisa qualitativa, Silva e Menezes (2005, p. 20) apontam que:

[...] há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

O foco da pesquisa qualitativa, segundo Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 376) “é compreender e aprofundar os fenômenos, que são explorados a partir da perspectiva dos participantes em um ambiente natural e em relação a um contexto”. A compreensão de tais elementos é possibilitada pela relação intrínseca que é estabelecida entre pesquisador e participantes.

Com relação às pesquisas realizadas no ambiente educacional, Oliveira (2008, p.15) destaca que “os estudos qualitativos são importantes por proporcionar a real

relação entre teoria e prática, oferecendo ferramentas eficazes para a interpretação das questões educacionais”. Assim, ressaltamos a importância de realizarmos uma pesquisa de cunho qualitativo, uma vez que a pesquisa quantitativa não nos forneceria subsídios para compreender o processo complexo e interativo que ocorre no meio educacional.

Moreira (2002) aponta que a subjetividade é enfatizada na pesquisa qualitativa, uma vez que o pesquisador visa interpretar a situação investigada a partir do olhar dos participantes. Além disso, é necessária uma certa flexibilidade na conduta do estudo, ou seja, nenhuma definição deve ser considerada a priori, visto que durante o processo novos fatores podem surgir. Neste tipo de pesquisa o foco está no processo e não apenas nos resultados, pois fatores ligados à situação em análise influenciam diretamente o estudo. Dentre esses fatores, podemos destacar o contexto em que a pesquisa é desenvolvida, pois cada ambiente possui características específicas que devem ser consideradas e analisadas pelo pesquisador. Assim como o contexto influencia nos resultados do estudo, o pesquisador também pode influenciar, desta forma é imprescindível um certo cuidado para não mascarar ou enaltecer falsos resultados na pesquisa.

Seguindo a classificação de pesquisa apresentada por Gil (2002, p. 42) definimos esta pesquisa, com relação ao objetivo geral, como explicativa.

Essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas.

Assim, o pesquisador busca conhecer as causas e explicações para um determinado fenômeno, tomando como base a perspectiva dos participantes a respeito do assunto. Gil (2002) destaca que, quando realizada nas ciências sociais, esse tipo de pesquisa requer o uso do método observacional.

Considerando a importância da observação no processo de constituição da pesquisa qualitativa, é extremamente importante ressaltar que observar não é simplesmente ver. Sampieri, Collado e Lucio (2013) destacam que não basta contemplar, mas sim entrar profundamente nas situações, mantendo-se ativo, reflexivo e atento às interações e aos detalhes. Neste sentido, Lüdke e André (apud

OLIVEIRA, 2008) destacam que na observação participante, o pesquisador deve se preparar rigorosamente e realizar um planejamento cuidadoso, definindo o quê e como observar, sempre em consonância com o objeto de investigação.

Moreira (2002) aponta que a observação participante trata-se de uma estratégia que mescla a participação ativa com os sujeitos, a observação dos ambientes, entrevistas abertas informais e análise documental. Ainda segundo Moreira, este delineamento de pesquisa visa a interação com os participantes, incluindo suas rotinas e experiências. Assim, o pesquisador deve se colocar no lugar dos participantes, com intuito de compreender o fenômeno de estudo e a relação deste com o grupo de pessoas que observa.

Na observação participante quatro situações são possíveis: o participante total; o participante como observador; o observador como participante; o observador total (GOLD, 1958 apud LIMA; ALMEIDA; LIMA, 1999). Considerando o grau de envolvimento do pesquisador com os participantes, definimos para esta pesquisa a modalidade de participante como observador. De acordo com Gold (apud LIMA; ALMEIDA; LIMA, 1999, p. 132):

[...] o pesquisador estabelece com o grupo uma relação que se limita ao trabalho de campo; a participação ocorre da forma mais profunda possível, através da observação informal das rotinas cotidianas e da vivência de situações consideradas importantes.

Além da observação participante, utilizamos nesta pesquisa a entrevista semi-estruturada, que segundo Oliveira (2008) possibilita o uso de perguntas anteriormente formuladas e, caso haja necessidade, permite que o pesquisador acrescente uma questão não prevista. Ribeiro (2008) destaca que a entrevista é um instrumento pertinente na obtenção de informações, uma vez que permite compreender as atitudes e sentimentos dos participantes e incorporar novas fontes para a interpretação dos resultados.

Assim, levando em consideração o delineamento desta pesquisa, utilizamos como instrumentos para constituição de dados: observação participante, questionário, atividades desenvolvidas pelos licenciandos e entrevista semi-estruturada. O quadro 6 apresenta uma síntese, onde destacamos os instrumentos utilizados durante a pesquisa e a finalidade atribuída ao uso de cada técnica.

QUADRO 6 – SÍNTESE DA FUNÇÃO ATRIBUÍDA AOS INSTRUMENTOS DE CONSTITUIÇÃO DE DADOS

Instrumento	Finalidade
Questionário	Verificar as concepções alternativas dos licenciandos a respeito do conceito de força e se, o perfil conceitual de força apresentado na literatura condiz com o perfil conceitual dos licenciandos;
Observação participante e produções textuais	Verificar indícios de movimentação no perfil conceitual do conceito de força dos licenciandos;
	Observar as ações e interações discursivas dos licenciandos durante o decorrer das atividades desenvolvidas na disciplina;
Entrevista semi-estruturada	<p>Buscar indícios de contribuições da estratégia metacognitiva de ensino para a movimentação do perfil conceitual de força dos licenciandos;</p> <p>Identificar a percepção dos licenciandos com relação às estratégias metacognitivas desenvolvidas durante a disciplina;</p>

FONTE: a autora (2018).

Assim, definidos os instrumentos utilizados nesta pesquisa, apresentamos na sequência o contexto da investigação.

## 2.2 O CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO

Para o desenvolvimento desta pesquisa, objetivamos analisar a percepção dos licenciandos com relação às estratégias metacognitivas desenvolvidas durante o processo de movimentação do perfil conceitual de força. Assim, esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito da formação inicial de professores de Física, na disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I em uma instituição de Ensino Superior do Estado do Paraná.

O curso de Licenciatura em Física desta instituição possui quatro disciplinas de Metodologia e Prática de Ensino de Física, sendo que estas quatro disciplinas compõem uma sequência de acordo com os conteúdos físicos abordados em cada uma:

- Metodologia e Prática de Ensino de Física I: Mecânica;
- Metodologia e Prática de Ensino de Física II: Termodinâmica e Óptica;
- Metodologia e Prática de Ensino de Física III: Eletromagnetismo;
- Metodologia e Prática de Ensino de Física IV: Astronomia e Física Moderna e Contemporânea;

A disciplina na qual a pesquisa foi desenvolvida tem como pré-requisito a disciplina de Física Teórica I, onde são abordados conceitos físicos relacionados à área de Mecânica. Assim, espera-se que os licenciandos já possuam conhecimentos suficientes para desenvolver nesta disciplina atividades teórico-práticas relacionadas ao ensino de Física.

A disciplina foi desenvolvida no primeiro semestre de 2017 e os sujeitos de pesquisa foram 19 licenciandos do curso de Física. Para preservar a identidade dos mesmos, utilizamos a nomenclatura L, que se refere à palavra licenciando, seguido de um numeral, que permite diferenciá-los durante a análise dos dados. A tabela 6 apresenta a organização final dos licenciandos que participaram de todas as etapas da pesquisa.

**TABELA 6 – ORGANIZAÇÃO DOS GRUPOS**

<b>Grupo</b>	<b>Participantes</b>
1	L5 e L11
2	L2, L7 e L17
3	L1, L4 e L13
4	L3, L6 e L19
5	L8, L10 e L14
6	L12 e L15
7	L9 e L18
8	L16

FONTE: a autora (2018).

Com intuito de organizar o desenvolvimento de algumas atividades no decorrer da disciplina, os licenciandos se dividiram em grupos. No início do semestre foram formados oito grupos com três licenciandos em cada, entretanto, no decorrer da disciplina alguns licenciandos deixaram de participar das aulas e, conseqüentemente, da pesquisa. Nesse sentido, a tabela 6 apresenta somente os licenciandos que participaram de todas as etapas da pesquisa.

### 2.3 O PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES

O planejamento das atividades desenvolvidas na disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I teve como principal objetivo a metacognição, ou seja, proporcionar a tomada de consciência dos licenciandos a respeito de sua própria forma de pensar o conceito de força.

Inicialmente, buscamos obter um levantamento das concepções espontâneas dos licenciandos a respeito do conceito de força, com o intuito de verificar se o perfil conceitual presente na literatura (RADÉ, 2005) condiz com o perfil conceitual dos licenciandos. Nesse sentido, utilizamos o questionário Force Concept Inventory (HESTENES *et al.*, 1992). Em seguida, planejamos e desenvolvemos uma estratégia metacognitiva de ensino durante o decorrer da disciplina, buscando promover uma movimentação no perfil conceitual de força dos licenciandos em Física.

O FCI foi elaborado por Hestenes et al (1992) com base em diversas pesquisas a respeito das concepções alternativas de estudantes sobre os conteúdos de Mecânica. O teste constitui-se como uma ferramenta que possibilita o levantamento destas concepções em uma escala qualitativa. De acordo com Radé (2005, p. 115), a importância do FCI

[...] reside no fato de que, partindo da condição de que o conceito central da mecânica newtoniana é *força*, os autores projetaram este instrumento para sondar as crenças dos estudantes neste tema e como estas crenças são comparáveis com as muitas dimensões do conceito newtoniano.

O fato do teste ter sido validado e aplicado em diferentes contextos educacionais, permite a sua utilização tanto com estudantes que ainda não tiveram contato com o ensino formal de Física, bem como com estudantes de Ensino Médio e/ou universitários.

O teste original é composto por 30 questões de múltipla escolha, sendo que cada uma possui cinco alternativas de resposta. Dentre as cinco alternativas, apenas uma é correspondente ao conceito cientificamente aceito e as demais são consideradas como distratores, que estão relacionados a conceitos intuitivos ou concepções espontâneas (FERNANDES, 2011). Abaixo apresentamos a taxonomia dos conceitos intuitivos desenvolvida por Hestenes (1992).

FIGURA 9 – TAXONOMIA DOS CONCEITOS INTUITIVOS DO FCI

Conteúdo	Conhecimentos intuitivos	Item no FCI (distrator)
Cinemática	Não discriminação entre posição e velocidade	19B,C,D
	Não discriminação entre velocidade e aceleração	19A; 20B,C
	Composição não vetorial da velocidade	9C
	Sistema de referência ego-centrado	14A,B
Ímpetus	Necessidade de uma força para haver movimento	5C,D,E; 11B,C; 27D; 30B,D,E
	Perda e recuperação do ímpetus original	7D; 8C,E; 21A; 23A,D
	Dissipação do ímpetus	12C,D; 13A,B,C; 14E; 23D; 24C,E; 27B
	Acúmulo gradual ou atrasado do ímpetus	8D; 10B,D; 21D; 23E; 26C; 27E
	Ímpetus circular	5C,D,E; 6A; 7A,D; 18C,D
Força ativa	Somente agente ativo exerce força	15D; 16D; 17E; 18A; 28B; 29B; 30A
	Movimento implica em força ativa	5C,D,E; 27A
	Se não há movimento, não há força	29E
	Velocidade proporcional à força aplicada	22A; 26A
	Aceleração implica em aumento de força	3B
	Força causa aceleração à velocidade terminal	3A; 22D; 26D
Par ação e reação	Desgaste da força ativa	22C,E
	Maior massa implica em maior força	4A,D; 15B; 16B; 28D
Concatenação de influências	O agente mais ativo produz a maior força	15C; 16C; 28D
	A maior massa determina o movimento	17A,D; 25E
	A conciliação das forças determina o movimento	6D; 7C; 12A; 14C; 21C
Outras influências no movimento	A última força que atua determina o movimento	8A; 9B; 21B; 23C
	Força centrífuga	5E; 6C,D,E; 7C,D,E; 18E
Resistência	Obstáculos não exercem força	4C; 5A; 11A,B; 15E; 16E; 18A; 29A
	A massa faz "as coisas pararem"	27A,B
	Só existe movimento quando a força supera a resistência	25A,B,D; 26B
Gravidade	A resistência se opõe à força/ímpetus	26B
	A pressão do ar contribui com a gravidade	3E; 11A; 17D; 29C
	A gravidade é intrínseca à massa	3D; 11E; 13E
	Objetos pesados caem mais rápido	1A; 2B,D
	A gravidade aumenta enquanto o objeto cai	3B; 13B
A gravidade atua depois que o ímpetus é gasto	12D; 13B; 14E	

FONTE: Fernandes (2011).

Neste trabalho utilizamos a tradução do FCI realizada por Fernandes (2011) e, também uma parte da adaptação do teste realizada por Radé (2005), uma vez que posteriormente buscamos verificar se o perfil conceitual de força apresentado pelo autor condiz com o perfil conceitual dos licenciandos participantes desta pesquisa. A seguir, apresentamos o planejamento das atividades realizadas no decorrer da pesquisa.

### 2.3.1 O planejamento da disciplina

A disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I possui uma carga horária de 60 horas, dividida em 15 encontros semanais com duração de 4 horas cada. O planejamento das atividades a serem desenvolvidas, levou em consideração a ementa da disciplina, os conteúdos programáticos e os objetivos desta pesquisa. Para o planejamento, foram considerados 5 grandes temas:

1. O texto científico e as tendências pedagógicas;
2. Epistemologia da Ciência e o Ensino de Física: as Ciências;
3. A função do experimento na Ciência e no Ensino de Física;
4. Concepções alternativas em mecânica;
5. Enfoques teórico-metodológicos no ensino de física;

Abaixo, apresentamos o planejamento realizado para cada um dos temas.

TABELA 7 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES RELATIVAS AO TÓPICO 1

Semana	Atividade prevista	Tarefa
1	Apresentação e Orientações gerais Considerações em torno do ato de estudar <sup>1</sup>	Discussão do texto
2	Aplicação do questionário FCI <sup>2</sup>  Apresentação de Sites de Periódicos da Área de Ensino de Ciências	
3	Análise de um trabalho científico: um exercício	Elaboração de um roteiro para análise crítica de texto científico
4	Texto A: Tendências pedagógicas na prática escolar  Texto B: Tendências pedagógicas para o PROEJA	Ler o texto utilizando o roteiro de leitura de textos científicos

FONTE: a autora (2018).

<sup>1</sup> Paulo Freire - Publicado em Ação Cultural para a Liberdade, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 5 Ed., 1981. Escrito em 1968, no Chile, este texto serviu de introdução à relação bibliográfica que foi proposta aos participantes de um seminário nacional sobre educação e reforma agrária.

<sup>2</sup> Hestenes et al (1992).

Nesta primeira etapa da disciplina, buscamos discutir a importância da compreensão da estrutura de um texto científico e, também proporcionar discussões sobre as principais tendências pedagógicas presentes no cotidiano escolar e na literatura.

No primeiro encontro apresentamos a proposta da disciplina e discutimos com os licenciandos a respeito dos critérios de avaliação e atividades a serem desenvolvidas no decorrer das aulas. Com intuito de proporcionar uma reflexão a respeito do ato de estudar, foi proposta a leitura e discussão com base no texto “Considerações em torno do ato de estudar”, de Paulo Freire.

No encontro 2 aplicamos o teste FCI, buscando investigar quais concepções espontâneas a respeito dos conceitos de força e movimento estão presentes entre os licenciandos e, posteriormente, traçar o perfil conceitual de força dos mesmos. Além da aplicação do teste, apresentamos alguns sites de periódicos e eventos da área de Ensino de Ciências, com intuito de discutir sobre a maneira mais confiável de se realizar uma busca por artigos e trabalhos acadêmicos. Tal atividade mostrou-se relevante para a formação acadêmica, uma vez que os licenciandos estão no início do curso e futuramente essa busca será essencial para a produção de artigos científicos e o trabalho de conclusão de curso.

No terceiro encontro realizamos a leitura e discussão do texto “Análise de um trabalho científico: um exercício” (FRIEDLANDER; ARBUES-MOREIRA, 2007), com a finalidade de produzirmos um roteiro que oriente a leitura e organização de informações de um artigo ou texto científico. Esse roteiro será utilizado posteriormente pelos licenciandos, como um instrumento que permita a organização das anotações referentes às leituras realizadas durante a disciplina.

No último encontro referente a esse primeiro tópico, realizamos uma discussão a respeito das tendências pedagógicas com base nos textos de Luckesi (1994) e Martins e Martins (2012). Cada licenciando produziu um roteiro de leitura, para cada um dos textos, e tais roteiros foram os norteadores das discussões realizadas durante essa aula.

TABELA 8 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES RELATIVAS AO TÓPICO 2

<b>Semana</b>	<b>Atividade prevista</b>	<b>Tarefa</b>
5	Palestra com a Professora Marilena Chauí.	
6	Capítulo 1: A atitude científica Capítulo 2: A ciência na História Capítulo 3: As ciências da Natureza	Apresentação de seminário por um dos grupos e discussão com a turma
7	Capítulo 4: As ciências humanas Capítulo 5: O ideal científico e a razão instrumental (CHAUÍ, 2000)	

FONTE: a autora (2018).

No quinto encontro participamos de uma palestra realizada pela professora Marilena Chauí, em formato de aula inaugural para o Programa de Pós-Graduação em Filosofia. Essa palestra foi extremamente importante, uma vez que no decorrer da disciplina iremos realizar a leitura e discussão de cinco capítulos do livro “Convite à Filosofia”, escrito pela palestrante.

Nos encontros 6 e 7 foram realizados cinco seminários, que ficaram a cargo dos grupos 1 a 5. Desta forma, os licenciandos pertencentes a cada grupo realizaram uma explanação geral das ideias contidas em cada capítulo e posteriormente, realizamos uma discussão com toda a turma em torno dos temas abordados.

Nessa etapa da disciplina, buscamos discutir sobre a construção do conhecimento, os aspectos internos e externos desse processo e, também as principais diferenças entre o senso comum e o conhecimento científico. Assim, buscamos discutir a respeito das concepções espontâneas dos estudantes, sobre o conceito de força, identificando se estas concepções se relacionavam com o senso comum ou com as explicações aceitas pela comunidade científica. Por fim, foram discutidas questões a respeito da demarcação de Ciência, ressaltando a importância de todas as áreas científicas para a construção do conhecimento.

TABELA 9 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES RELATIVAS AO TÓPICO 3

<b>Semana</b>	<b>Atividade prevista</b>	<b>Tarefa</b>
8	Experimentos na Ciência e no Ensino de Ciências (HODSON, 1988)  O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências (ANDRADE; MASSABNI, 2011)	Apresentação de seminário por um dos grupos e discussão com a turma

9 Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente (OLIVEIRA, 2010)

FONTE: a autora (2018).

Na oitava e nona semanas os grupos 6 a 8 realizaram uma apresentação, em formato de seminário, tendo como ponto de partida os textos indicados na tabela 4 e também o tema central desta etapa da disciplina: A função do experimento na Ciências e no Ensino de Física. Após as apresentações dos grupos, realizamos uma discussão geral, com base nos questionamentos levantados pelos licenciandos. Ao final, com intuito de potencializarmos a discussão, propomos os seguintes questionamentos:

- *De que maneira a abordagem experimental contribui no processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos?*
- *É possível estabelecer alguma relação entre a abordagem experimental e as concepções espontâneas sobre determinado conceito?*

TABELA 10 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES RELATIVAS AO TÓPICO 4

<b>SEMANA</b>	<b>Atividade prevista</b>
	A maçã de Newton: história, lendas e tolices (MARTINS, 2010)
	Física aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica? (PEDUZZI, 1996)
10 e 11	História em quadrinhos
	Análise da relação entre força e movimento em uma revista de divulgação científica (GOMES; FUSINATO; NEVES, 2010)
12	Concepções alternativas em Mecânica (PEDUZZI, 2001) Apresentação dos resultados do FCI

FONTE: a autora (2018).

Na décima e décima primeira semanas, buscamos discutir a respeito das diferentes concepções de força e questões relacionadas à História da Ciência, como meio para compreender a relação entre os diferentes modos de pensar o conceito e o contexto em que o mesmo é empregado.

Assim, propomos uma discussão em pequenos grupos, tomando como base a leitura dos textos indicados, a história em quadrinhos (APÊNDICE B) e as questões norteadoras (ANEXO A). Após a discussão em grupos, realizamos a

socialização dos resultados das discussões com toda a turma. Por fim, discutimos a respeito da relação entre o contexto social, histórico e cultural e os modos de pensar o conceito de força.

Na décima segunda aula apresentamos os resultados dos questionários (FCI), realizando uma comparação com os resultados apontados por Peduzzi (2001). Assim, buscamos proporcionar uma reflexão sobre a importância de compreender a diversidade dos modos de pensar sobre um conceito, que podem emergir em sala de aula.

TABELA 11 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES RELATIVAS AO TÓPICO 5

<b>SEMANA</b>	<b>Atividade prevista</b>	<b>Tarefa</b>
13	Apresentação do plano de aula	
14	Apresentação do plano de aula	
15	Avaliação individual	

FONTE: a autora (2018).

Nas últimas aulas da disciplina os licenciandos realizaram a apresentação de um plano de aula referente a conteúdos de Mecânica, como uma proposta para aplicação em sala de aula. Nesse sentido, discutimos sobre o planejamento das atividades, o modo de construir um plano de aula e, também aspectos relacionados aos conceitos de força que podem emergir em sala de aula.

Durante o decorrer da disciplina realizamos o registro das observações dos diálogos e ações dos licenciandos, buscando verificar de que maneira as interações discursivas podem ter contribuído para a tomada de consciência a respeito do próprio perfil conceitual, assim como o aperfeiçoamento deste. A seguir, apresentamos a metodologia de análise adotada para a pesquisa.

#### 2.4 A METODOLOGIA DE ANÁLISE: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Nesta pesquisa, buscamos analisar a percepção dos licenciandos com relação às estratégias metacognitivas desenvolvidas durante o processo de movimentação do perfil conceitual de força. Nesse sentido, realizamos a análise dos dados em duas etapas, que destacamos a seguir.

Na primeira etapa, traçamos o perfil conceitual de força inicial e final dos licenciandos. Para tanto, aplicamos o questionário *Force Concept Inventory*

(HESTENES et al, 1992) antes do início da disciplina e ao final da mesma. Os resultados foram organizados e analisados de acordo com a frequência de ocorrência de resposta dos licenciandos ao teste.

Para a análise de frequência das respostas dos licenciandos, utilizamos a tabela 12 que apresenta a taxonomia das concepções presentes nas cinco primeiras zonas do perfil conceitual de força construído por Radé (2005).

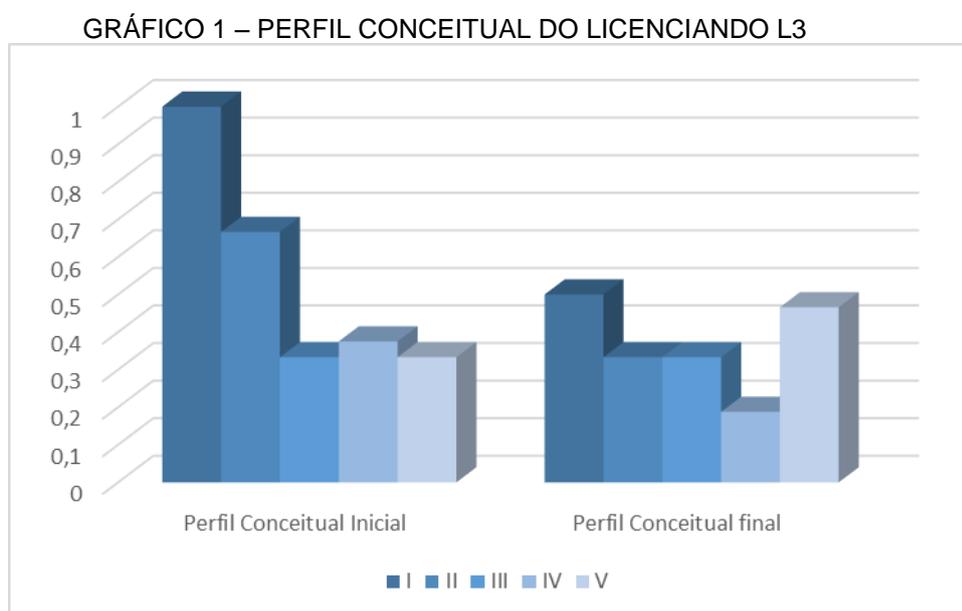
TABELA 12 – TAXONOMIA DE CONCEPÇÕES E CATEGORIAS DO PERFIL CONCEITUAL

<b>Categoria</b>	<b>Concepção</b>	<b>Item do teste</b>
I	Não discriminação entre posição e velocidade	19B, C, D
	Não discriminação entre velocidade e aceleração	19A; 20B, C
II	Aceleração implica em aumento de força	3B
	Força causa aceleração à velocidade terminal	3A; 22D; 26D
	Desgaste da força ativa	22C, E
III	Somente agente ativo exerce força	15D; 16D; 17E; 18A; 28B; 30A
	Movimento implica em força ativa	5C, D, E; 27A
	Se não há movimento, não há força	29E
	Velocidade proporcional à força aplicada	22A; 26A
	Maior massa implica em maior força	4A, D; 15B; 16B; 28D
	O agente mais ativo produz a maior força	15C; 16C; 28D
	A maior massa determina o movimento	17A, D; 25E
	A conciliação das forças determina o movimento	6D; 7C; 12A; 14C; 21C
	A última força que atua determina o movimento	8A; 9B; 21B; 23C
	Força centrífuga	5E; 6C, D, E; 7C, D, E; 18E
	Obstáculos não exercem força	4C; 5A; 11A, B; 15E; 16E; 18A; 29A
	A massa faz “as coisas pararem”	27A, B
	A pressão do ar contribui com a gravidade	3E; 11A; 17D; 29C
	A gravidade é intrínseca à massa	3D; 11E; 13E
	IV	Objetos pesados caem mais rápido
A gravidade aumenta enquanto o objeto cai		13B
Necessidade de uma força para haver movimento		5C, D, E; 11B, C; 27D; 30B, D, E
Perda ou recuperação do ímpetus original		7D; 8C, E; 21A; 23A, D
Dissipação do ímpetus		12C, D; 13A, B, C; 14E; 23D; 24C, E; 27B
Acúmulo gradual ou atrasado do ímpetus	8D; 10B, D; 21D; 23E; 26C; 27E	

	Ímpetus circular	5C, D, E; 6A; 7A, D; 18C, D
	A resistência se opõe à força/ímpetus	26B
	A gravidade atua depois que o ímpetus é gasto	12D; 13B; 14E
V	Concepção Newtoniana de força	1C; 2A; 3C; 4E; 5B; 6B; 7B; 8B; 9C; 10A; 11D; 12B; 13D; 14D; 15A; 16A; 17B; 18B; 19E; 20D; 21E; 22B; 23B; 24A; 25C; 26E; 27C; 28E; 29B; 30C

FONTE: modificado de Radé (2005).

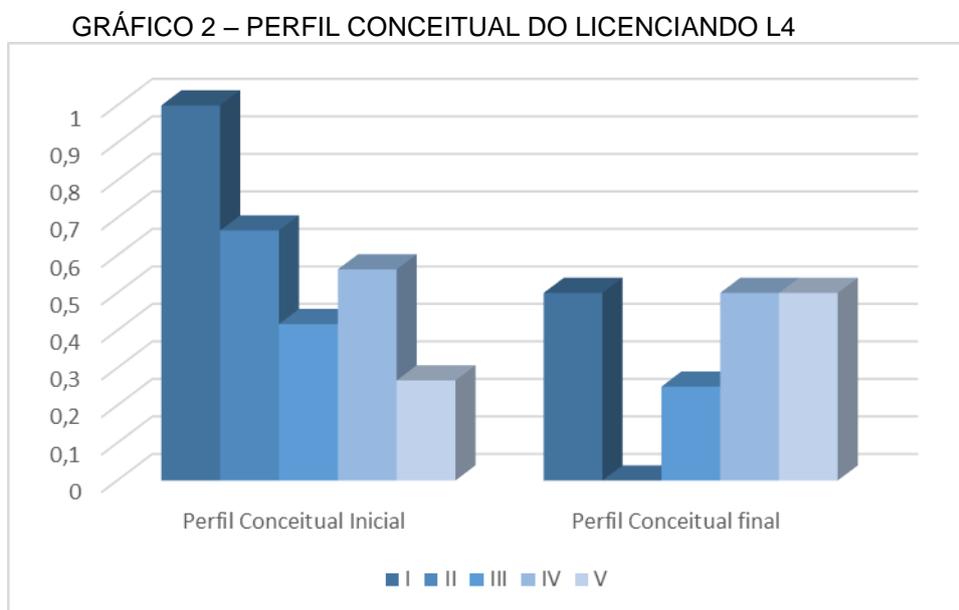
Com base nos dados contidos na tabela 12, traçamos os perfis conceituais de oito licenciandos que participaram desta pesquisa. O critério de escolha dos participantes foi definido de acordo com a movimentação no perfil conceitual do conceito de força, comparando-se o perfil inicial ao final. Nesse sentido, escolhemos um participante de cada um dos oito grupos, que teve a maior movimentação no perfil conceitual durante o processo. A seguir, apresentamos os gráficos que representam a movimentação no perfil conceitual destes licenciandos.



FONTE: a autora, 2018.

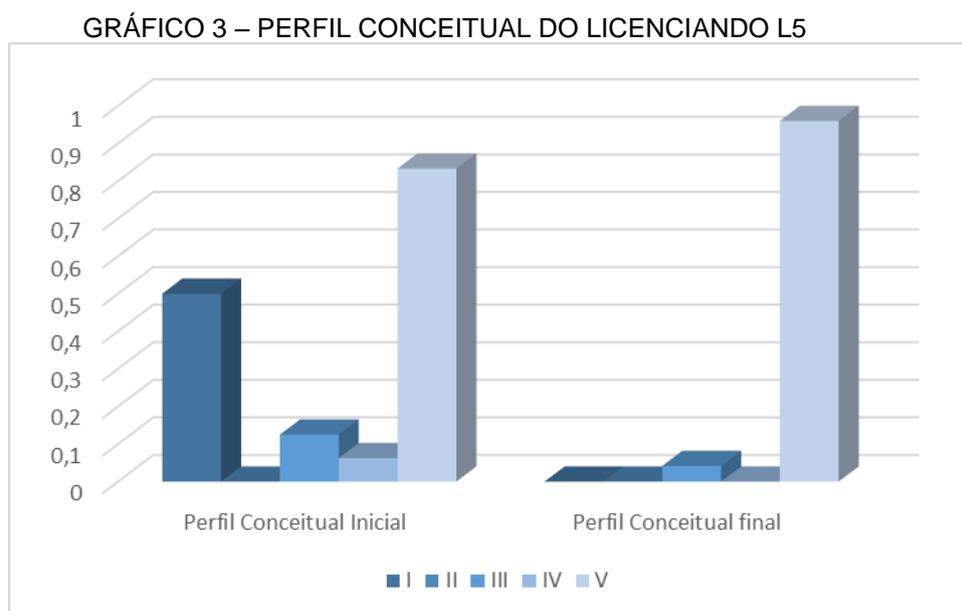
O gráfico 1 representa os perfis conceituais inicial e final do licenciando 3. Podemos verificar que, inicialmente as zonas I e II do perfil foram as que tiveram a maior frequência e, ao final das atividades realizadas no decorrer da disciplina, nota-se uma movimentação significativa com relação à constituição das zonas do perfil do

sujeito, uma vez que ocorre a diminuição das zonas I, II e IV e o aumento da zona V, correspondente à visão newtoniana de força.



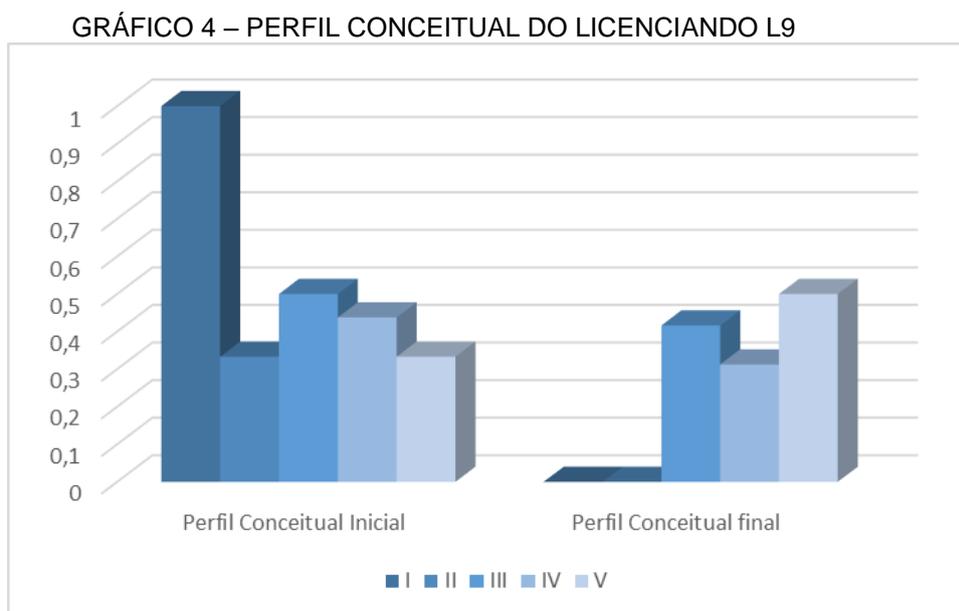
FONTE: a autora, 2018.

No gráfico 2 podemos observar a movimentação entre os perfis conceituais inicial e final do licenciando 4. Além de constataremos o aumento da zona V, que corresponde à visão newtoniana de força, e a diminuição das zonas I, III e IV, verificamos que a zona II, correspondente à visão de força como propriedade inerente à matéria e atuante somente por contato não é identificada no perfil final deste licenciando.



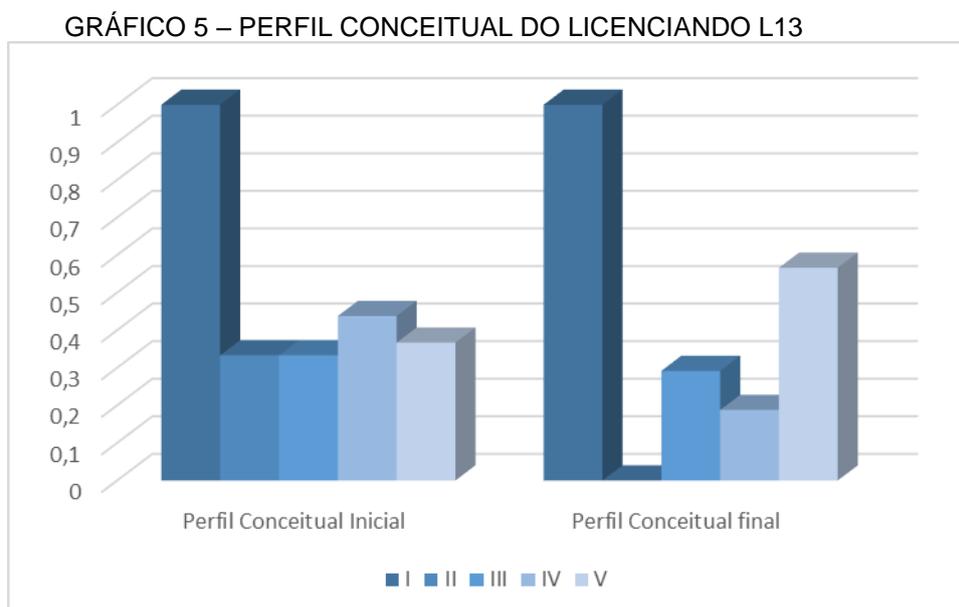
FONTE: a autora, 2018.

O gráfico 3 mostra a diminuição das zonas I, III e IV e o aumento de frequência da zona V no perfil conceitual final do licenciando 5. A zona II não é evidenciada nos perfis conceituais deste sujeito, ou seja, podemos considerar que o perfil individual é composto por apenas quatro zonas.



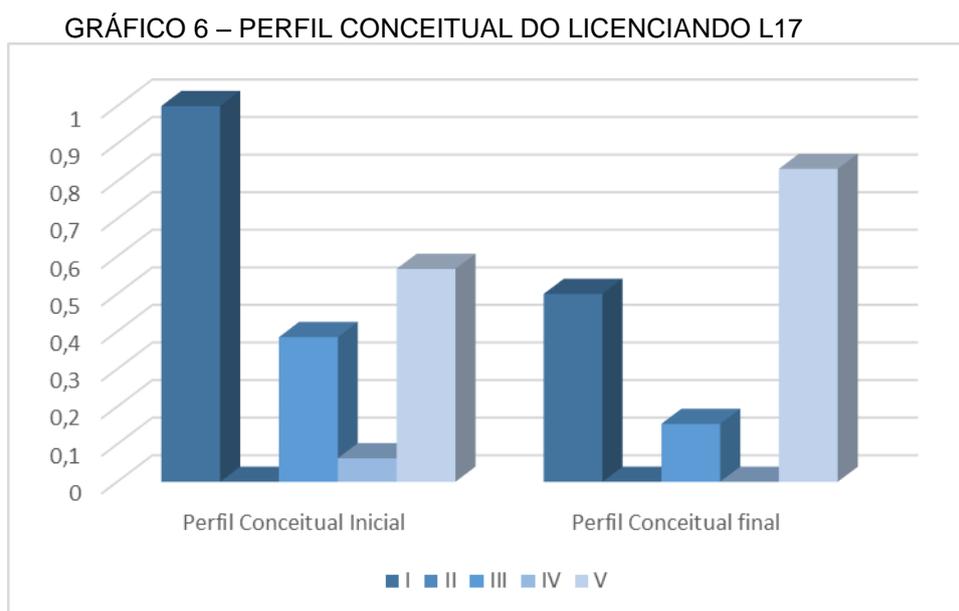
FONTE: a autora, 2018.

No gráfico 4 percebemos a movimentação do perfil conceitual do licenciando 9. As zonas I e II não aparecem no perfil conceitual final e ocorre a diminuição das zonas III e IV, assim como o aumento na frequência da zona V.



FONTE: a autora, 2018.

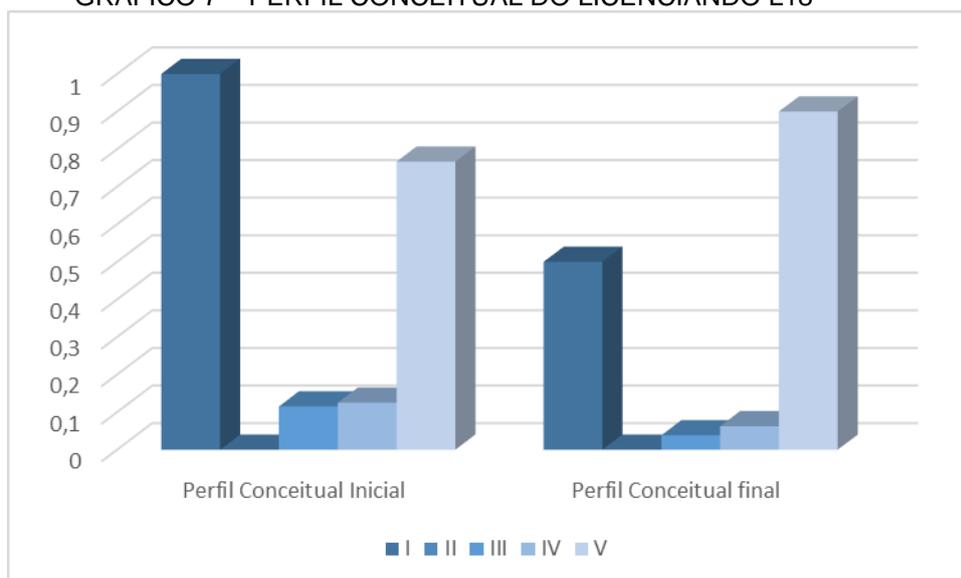
O gráfico 5 apresenta a movimentação entre os perfis conceituais inicial e final do licenciando 13. Apesar de percebermos o aumento na frequência da zona V e na diminuição das zonas II, III e IV, a zona I permanece sem alteração no perfil conceitual final, ou seja, algumas concepções acerca da característica motora da força continuam presentes com a mesma frequência antes e depois da disciplina.



FONTE: a autora, 2018.

Ao compararmos os perfis conceituais inicial e final do licenciando 17 através do gráfico 6, notamos a diminuição das zonas I, III e IV, assim como o aumento da frequência da zona V. Os dados extraídos do questionário mostraram que o licenciando 17 não apresentava concepções acerca da zona II tanto no perfil inicial como no final.

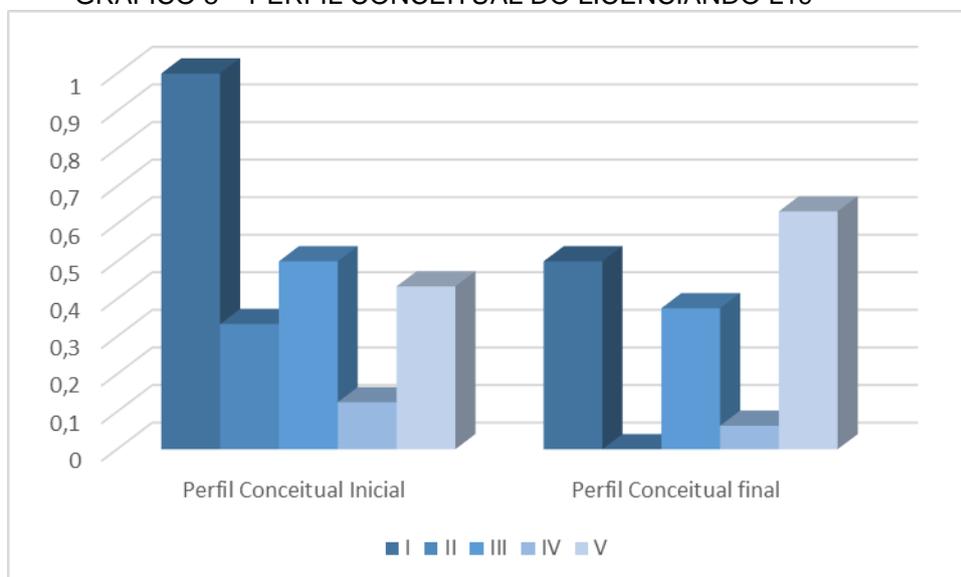
GRÁFICO 7 – PERFIL CONCEITUAL DO LICENCIANDO L18



FONTE: a autora, 2018.

No gráfico 7 percebemos a movimentação no perfil conceitual do licenciando 18. Podemos destacar a diminuição das zonas I, III e IV e o aumento da frequência da zona V, que se refere à concepção newtoniana de força.

GRÁFICO 8 – PERFIL CONCEITUAL DO LICENCIANDO L19



FONTE: a autora, 2018.

O gráfico 8 demonstra a diminuição das zonas I, III e IV, assim como o aumento da frequência da zona V. Percebemos que no questionário final não foram encontradas concepções relativas à zona II do perfil conceitual.

Assim, verificamos que o perfil conceitual de força dos participantes desta pesquisa condiz com o perfil conceitual de força disponível na literatura (RADÉ, 2005). Nesse sentido, foi possível realizar a comparação entre os perfis conceituais inicial e final, o que nos possibilitou visualizar a movimentação que ocorreu no perfil conceitual destes licenciandos durante o decorrer da disciplina.

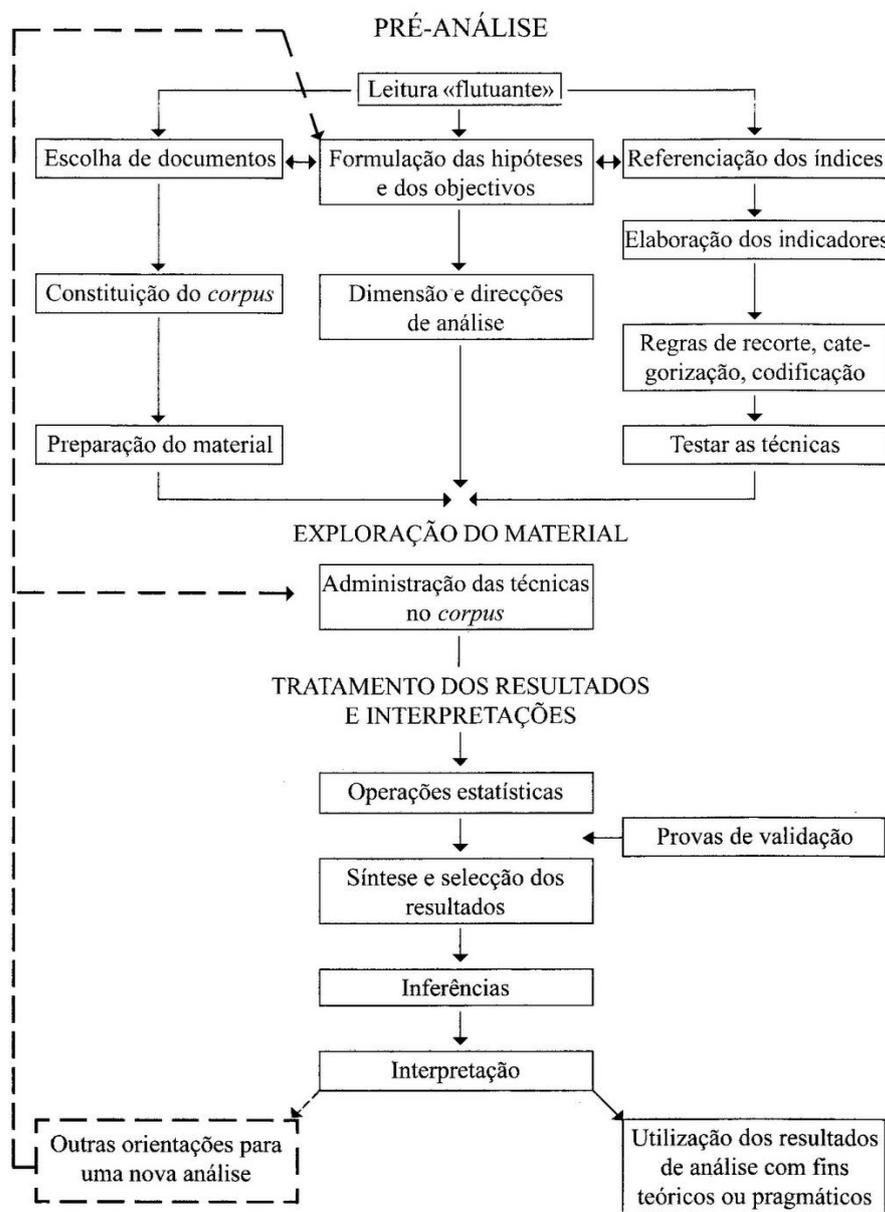
Destacamos que os gráficos apresentados anteriormente não se referem a um tipo de evolução do perfil conceitual de força dos licenciandos, mas sim uma movimentação das zonas que constituem esse perfil. Nesse sentido, destacamos que diante de uma nova situação de aprendizagem, a que o sujeito é submetido e que se relacione com o conceito de força, poderá ocorrer uma nova movimentação no perfil conceitual, logo, o processo não pode ser considerado estático, uma vez que o perfil conceitual está sempre em processo de construção.

Por fim, após constataremos a movimentação nos perfis conceituais dos licenciandos, realizamos a segunda etapa, que consistiu na Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011), sendo considerado como *corpus* da análise as transcrições das entrevistas realizadas no final do processo. No próximo capítulo apresentamos com maior profundidade os conceitos desta metodologia de análise, a descrição e a compilação dos dados obtidos.

### 3 ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No contexto da pesquisa qualitativa o pesquisador adota a metodologia de análise que o permita realizar inferências e considerações a respeito dos dados obtidos no processo, buscando atingir os objetivos estabelecidos. Assim, considerando o objetivo geral delimitado para esta pesquisa, optamos por utilizar pressupostos da análise de conteúdo, que, de acordo com Bardin (2011) organiza-se em torno de três etapas, a saber: 1) **a pré-análise**; 2) **a exploração do material**; 3) **o tratamento dos resultados**, a inferência e a interpretação.

FIGURA 10 – ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DE ANÁLISE



FONTE: Bardin (2011).

De acordo com Bardin (2011), a pré-análise é considerada como um processo de organização, ou seja, nesse primeiro momento o pesquisador sistematiza as ideias iniciais, realizando um planejamento das ações a serem realizadas posteriormente. Nesta etapa realizamos a escolha dos documentos a serem analisados, ou seja, definimos o *corpus* da análise, formulamos hipóteses e elaboramos indicadores que possam fundamentar a interpretação final da análise. Vale destacar que nem sempre as ações são organizadas nessa ordem, entretanto, estão intrinsicamente ligadas por meio de atividades que permitem essa organização, a saber: a) Leitura “flutuante”; b) a escolha dos documentos; c) formulação das hipóteses e dos objetivos; d) a referenciação dos índices e a elaboração de indicadores; e) preparação do material.

Nesse sentido, a leitura flutuante nos permitiu um maior contato com os dados constituídos durante a pesquisa, possibilitando as primeiras impressões a respeito do material. Assim, consideramos como *corpus* da análise a entrevista realizada no final da pesquisa. Nesse processo de escolha, levamos em consideração as quatro regras destacadas por Bardin (2011): exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência.

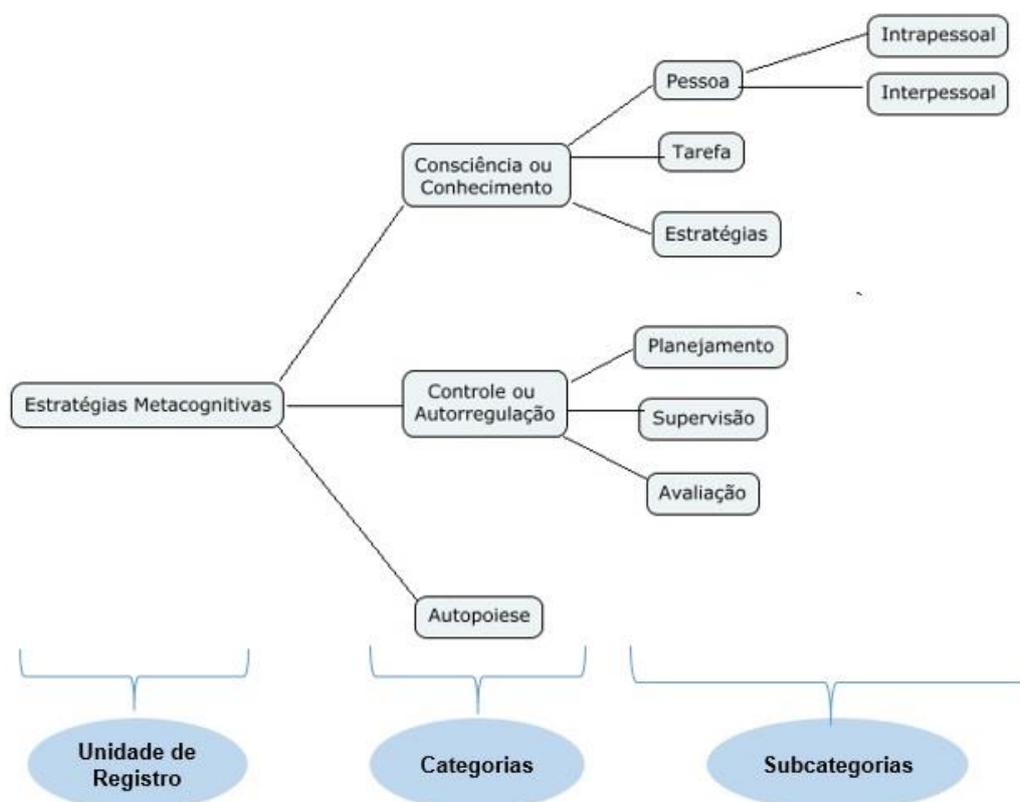
Após finalizar a etapa da pré-análise, Bardin (2011) destaca que o pesquisador deve realizar a exploração do material, isto é, o tratamento dos dados por meio de determinados procedimentos, que consistem em codificar e decompor as informações brutas contidas no *corpus*, transformando-as em uma representação acerca do conteúdo. Assim, considerando os pressupostos da análise de conteúdo, realizamos a análise temática ou categorial, que consistiu em definir a unidade de registro, definida por Bardin (2011, p. 134) como “a unidade de significação codificada e corresponde ao segmento de conteúdo considerado unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial”, para posteriormente realizarmos a inferência a respeito de questões relevantes ao conteúdo, ou seja, determinar os “núcleos de sentido” através de categorizações.

Na terceira etapa ocorre o tratamento dos dados obtidos, que consiste em atribuir significados aos dados brutos, buscando permitir que as informações contidas no material sejam condensadas e interpretadas. Nesta etapa, o pesquisador realiza inferências e interpretações a respeito dos dados obtidos no processo de análise, com vistas a atingir os objetivos estabelecidos para a pesquisa.

Bardin (2011, p. 147) define a categorização como “uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos”. Nesse sentido, ao realizar este processo, o pesquisador considera as categorias como diferentes classes ou conjuntos, sendo que estes reúnem elementos que possuem características comuns entre si. Assim, a categorização permite obter uma representação simplificada dos dados obtidos durante o processo de pesquisa.

Conforme destacamos anteriormente, optamos pela análise temática ou categorial, assim, definimos a unidade de registro de acordo com o tema “estratégias metacognitivas”. As categorias foram definidas *a priori*, ou seja, são decorrentes do referencial teórico adotado nesta pesquisa. A figura 11 apresenta a organização realizada durante o processo de análise.

FIGURA 11 – CATEGORIAS DE ANÁLISE



FONTE: a autora (2018).

O tema de registro definido durante a análise abrange as estratégias metacognitivas propostas por Portilho (2009), assim, consideramos as três estratégias destacadas pela autora como as categorias de análise e as subestratégias metacognitivas como subcategorias de análise. Nesse sentido, realizamos a imersão no *corpus* da análise, de modo a encontrar indícios que nos permitam inferir a presença ou o reconhecimento destas estratégias e subestratégias durante o processo de pesquisa, pelos sujeitos participantes. A seguir, destacamos cada uma das categorias de análise.

### 3.1 CONSCIÊNCIA OU CONHECIMENTO

Esta categoria abrange aspectos identificados no *corpus* da análise que remetem à tomada de consciência do sujeito com relação ao seu próprio conhecimento, ou seja, como as estratégias utilizadas durante a disciplina proporcionaram a consciência sobre a própria cognição ou o reconhecimento da forma de pensar o conceito de força. De acordo com Flavell (1987), podemos dividir essa categoria em três subcategorias ou subestratégias metacognitivas: **Pessoas**, **Tarefas** e **Estratégias**.

#### 3.1.1 Pessoas

A subcategoria que engloba a consciência ou conhecimento sobre as pessoas, se refere à tomada de consciência realizada pelo sujeito sobre a sua própria forma de pensar (intraindividual), as considerações ou julgamentos que realiza sobre a forma de pensar dos outros (interindividual) e a consciência do conhecimento de uma forma geral (universal).

Durante o processo de análise, identificamos no *corpus* a presença de extratos que remetem ao reconhecimento da Consciência intrapessoal ou intraindividual e da Consciência Interpessoal ou interindividual. A seguir, detalhamos a divisão realizada nesta subcategoria e apresentamos os trechos que destacam a categorização realizada.

### 3.1.1.1 Consciência Intrapessoal

A consciência intrapessoal se refere à tomada de consciência do sujeito com relação à sua própria forma de pensar o conceito de força, ou seja, engloba momentos em que é possível identificar o reconhecimento de aspectos relativos à sua compreensão do próprio perfil conceitual. A seguir destacamos os extratos das falas dos sujeitos que se referem a esse tipo de consciência.

“Eu acho que o questionário inicial que eu fiz foi só concepção espontânea basicamente. Assim, de cabeça eu não vou lembrar exatamente, mas...acho que tinha aquela que uma força deve agir continuamente sobre um objeto para que ele continue em movimento. Aquela ideia de quando você joga/faz um lançamento para cima não somente a força peso está agindo, mas também uma força que acompanha um movimento que é a força né... por exemplo a pessoa introduziu no objeto”. (L3, Entrevista).

“Por exemplo quando você joga a pedra você pensa que tem uma força agindo, por que se não por que ela está subindo, né? Aí eu pensava desse jeito antes aí depois da discussão eu pensei melhor sobre o meu conhecimento”. (L4, Entrevista).

“Tem a relação entre força máxima e velocidade máxima... que quanto maior a velocidade maior a força. Essa daí eu tenho certeza que fiz assim... para mim, estava bem claro. Daí depois que vi os resultados fiquei pensando...poxa, é verdade”. (L17, Entrevista).

“Eu percebi que tinha aquela ideia de que você lançou um objeto para cima e além da força gravitacional você vai ter alguma outra força que você deu... o impulso. Isso faz muito sentido, no caso de ter respondido as questões teóricas com esse pensamento. Às vezes a gente tem certeza que o sentido da força aplicada sempre coincide com sentido do movimento, mas depois de analisar bem a situação dá para perceber que nem sempre é assim”. (L5, Entrevista).

Nos trechos acima é evidente a tomada de consciência dos licenciandos com relação às concepções de força que estavam presentes em suas respostas no questionário inicial. Apesar de destacarem parcialmente algumas dessas concepções, podemos inferir que o fato de tomar consciência do próprio perfil conceitual pode auxiliar o sujeito a organizar melhor sua forma de pensar e potencializar os resultados de sua aprendizagem, conforme podemos notar no trecho onde o sujeito L4 destaca “[...] *eu pensava desse jeito antes aí depois da discussão eu pensei melhor sobre o meu conhecimento*”, ou seja, o fato de reconhecer a forma de pensar o conceito de força, proporcionada pela discussão dos resultados do questionário, o fez refletir sobre o modo como utiliza esse conhecimento.

O trecho a seguir infere que a apresentação e discussão dos resultados dos questionários foi essencial para que o licenciando 18 refletisse sobre suas próprias concepções, ou seja, esse processo tornou possível a tomada de consciência com relação à própria forma de pensar o conceito de força.

“Quando eu vi os resultados eu fiquei pensando provavelmente eu estou naqueles que utilizam concepções diferentes do científico e eu não imaginava isso antes... foi legal, porque assim eu tive consciência da minha forma de pensar o conceito”. (L18, Entrevista).

Assim como o licenciando 18, o licenciando 13 reconhece a importância das discussões para a tomada de consciência do próprio perfil conceitual.

“Eu acho que o momento mais importante foi a discussão em sala de aula. A gente acaba expondo a nossa forma de pensar acerca do conceito e tudo o que a gente estudou, acaba percebendo como pensamos sobre o conceito de força e que nem sempre elas estão certas, ou como deveriam ser para quem vai ser professor de Física, né?”. (L13, Entrevista).

Nos trechos abaixo podemos notar que, a tomada de consciência proporciona ao sujeito uma visão crítica com relação às concepções que acabam sendo reforçadas por meio das experiências cotidianas.

“Eu vejo que já tenho quase três anos de curso, então eu já tenho uma forma diferente de pensar o conceito de força, mas por exemplo algumas coisas a gente ainda têm intuitivo, e a gente não consegue tirar ela da cabeça. Você chega numa farmácia “Ah, eu vou medir o meu peso”. Sabe? Numa balança, coisas assim. Óbvio que isso é coisa do dia a dia, mas que a gente precisa perceber e saber que há diferença”. (L9, Entrevista).

“Acho que se parece com a realidade. Se você nunca... se você nunca encontra uma situação onde fica óbvio que aquilo é diferente do conceito científico você vai continuar pensando assim em todas as situações. Se você nunca for confrontado com uma situação em que essa concepção não se encaixe, você não terá consciência de que pensa dessa forma”. (L18, Entrevista).

Assim, podemos considerar que o reconhecimento da própria cognição permite que o indivíduo diferencie, de uma certa forma, as zonas do perfil conceitual. Nesse sentido, poderá utilizar diferentes zonas do perfil conceitual, levando em consideração o contexto em que está inserido.

Conforme destacam Guimarães, Stoltz e Bosse (2008, p. 18) “o processo de tomada de consciência não se restringe a um simples esclarecimento, ou um iluminar, mas trata-se de um processo de conceituação que sucede, às vezes após uma lacuna de anos, a obtenção do êxito prático”. Nesse sentido, a consciência

intraindividual proporciona, além do reconhecimento da própria cognição, um preenchimento de lacunas, que antes não eram reconhecidas ou compreendidas, assim a tomada de consciência possibilita que o indivíduo tenha êxito em realizar tarefas relacionadas ao conceito discutido.

Os trechos a seguir expressam que existe um tipo de resistência quanto ao reconhecimento do modo de pensar, ou seja, há uma certa dificuldade em aceitar que o próprio perfil conceitual de força não é composto apenas por concepções newtonianas, como se pressupõe.

“Por que os professores não se atêm a essas particularidades. Eles já imaginam que você tem todas essas coisas prontas já. O pressuposto do conhecimento adquirido. Às vezes até a gente tem dificuldade de admitir que talvez não entenda...que não usa o conceito de força que é para usar. Ninguém quer admitir que pensa de uma forma não científica”. (L9, Entrevista).

“Vem muito enraizado né, a gente vê essas coisas no ensino médio inteiro e tipo, quando a gente chega na universidade e alguém fala que está errado você não vai dar atenção porque você passou três anos acreditando que aquilo estava certo. Do nada em um semestre alguém te diz que está errado você não vai levar em consideração. Acho que isso é um dos maiores fatores, é perceber que tem essa forma de pensar”. (L3, Entrevista).

Assim, verificamos que a Consciência Intrapessoal é reconhecida pelos licenciandos como um fator que contribuiu para a compreensão do perfil conceitual de força durante o decorrer da disciplina, uma vez que permitiu o reconhecimento das concepções iniciais referentes ao conceito e uma reflexão sobre como estas concepções se apresentam no questionário e, conseqüentemente, no perfil conceitual individual. A seguir, destacamos como a subcategoria Consciência Interpessoal foi identificada pelos licenciandos.

### 3.1.1.2 Consciência Interpessoal

A consciência interpessoal se refere à tomada de consciência dos licenciandos com relação às diferenças entre si e os outros sujeitos, isto é, reconhecer que os indivíduos têm diferentes formas de compreender o conceito de força. Nesse sentido, quando as diferenças entre os modos de pensar são aparentes, os sujeitos tendem a realizar comparações entre essas formas de pensamento, conforme destacamos nos trechos a seguir:

“Eu achava que o “fulano”... por estar quase no final do curso, no caso das disciplinas duras, não ia ter uma ideia diferente do que a newtoniana... Foi bastante reflexivo perceber que os outros também tem dificuldades nesses exercícios conceituais”. (L5, Entrevista).

“Aquele ideia de relação entre força e velocidade... se a velocidade é zero a força é zero, eu sei que não apareceu no meu questionário, mas alguns colegas têm essa concepção”. (L18, Entrevista).

“Um dos grupos que colocaram algumas coisas meio erradas na hora de resolver aquele exercício lá da aula deles... então acho que eles mesmos tinham essa forma de pensar e nem perceberam”. (L19, Entrevista).

“A gente viu que a maioria de nós tinha muitas concepções daquelas iniciais, aristotélicas nas respostas. Por mais que já tínhamos cursado a física básica um, alguns já tinham cursado a dois, já estavam mais para frente do curso ainda tinham essas concepções”. (L3, Entrevista).

Entretanto, para alguns licenciandos esse processo de tomada de consciência interindividual foi um momento de reflexão coletivo, visto que permitiu discutir a respeito de aspectos referentes à formação, conforme os trechos a seguir.

“As questões com segunda via depois foram muito... muito boas. Ali a gente viu como realmente está esse conhecimento. E as discussões sobre as respostas foram bem interessantes, porque ninguém ficou zoando, todos perceberam que tem uma ou outra forma de explicar o conceito”. (L4, Entrevista).

“Acho que perceber que pensamos assim é o ponto de partida, porque é quando você tem uma concepção que foi muito forte na tua vida e você percebe que isso também pode ser forte nos outros e você leva para sala de aula isso para os alunos e faz exatamente uma pergunta que sabe que eles vão responder e você joga justamente essa concepção”. (L9, Entrevista).

“A leitura dos textos históricos... teve dois textos, que foi a maçã de Newton e o da Física aristotélica. Foi bem joia falar deles, porque a gente acaba vendo o desenvolvimento da física desde Aristóteles até Newton e como as ideias foram se modificando no decorrer do tempo. É relevante discutir que, naqueles problemas conceituais a gente pensa tipo com algumas ideias que vem lá de Aristóteles...isso é um indicativo, se a maioria respondeu os problemas conceituais assim, faz sentido discutir como esse conteúdo é tratado nas disciplinas”. (L17, Entrevista).

Assim, destacamos a importância da Consciência Interpessoal para a compreensão do perfil conceitual de força, não somente de uma forma individual, mas coletiva. Não somente para realizar comparações entre o próprio conhecimento e o do outro, mas para refletir coletivamente a respeito do processo formativo. A seguir, apresentamos a subcategoria das variáveis relacionadas às tarefas.

### 3.1.2 Tarefas

A subcategoria das variáveis relacionadas à tarefa pode ser compreendida como um conjunto de conhecimentos relacionados à interpretação do sujeito quanto ao grau de complexidade da tarefa, a familiaridade com o conteúdo e a dificuldade associada à execução da mesma, ou seja, refere-se à consciência do aprendiz sobre as informações apresentadas em uma determinada atividade, assim como o reconhecimento das exigências a serem cumpridas em sua execução. Essa consciência influencia diretamente as decisões tomadas pelo indivíduo durante uma atividade.

Nesse sentido, esta categoria engloba a percepção dos licenciandos com relação às tarefas desenvolvidas no decorrer da pesquisa, ou seja, a tomada de consciência sobre o desempenho em uma tarefa e as variáveis relacionadas.

No trecho abaixo, o licenciando 17 reconhece que possui dificuldades em realizar determinadas tarefas e que, isso pode estar relacionado à sua forma de pensar o conceito de força.

“Na parte de angulação, de cinemática. Quando o exercício tem ângulo eu tenho bastante dificuldade, principalmente para decompor forças ou desenhar o diagrama. Não é muito satisfatório...percebi que nesse tipo de exercício eu não vou bem. Acho que isso é um indicativo de que preciso me esforçar mais nessa parte, correr atrás do prejuízo”. (L17, Entrevista).

Podemos notar que, além de reconhecer aspectos referentes ao próprio conhecimento, o trecho evidencia que a tomada de consciência da dificuldade em executar uma tarefa, pode ser considerada como um ponto de partida para refletir sobre ações a serem tomadas para melhorar a compreensão de um conceito ou conteúdo. Os trechos a seguir corroboram essa ideia:

“Só de perceber o quanto isso causa uma certa... de perceber que tenho dificuldade nesses exercícios conceituais, já ajuda a pensar o que vou fazer para melhorar. Porque a gente não pensa sobre nós mesmos, não é algo que acontece normalmente. A gente acha que sabe porque já fez a disciplina e foi aprovado, mas não é bem assim. Depois de comparar os resultados eu vi que o meu problema é com o conceito em si”. (L4, Entrevista).

“Com relação aos conceitos de física teórica um, faltou eu acho... porque eu acho que talvez eu não tenha me empenhado tanto... pra... por mais que passei, mas... não foi algo assim que captei totalmente o conteúdo. Naquelas questões que não usava fórmulas eu percebi que faltou da minha parte, saber como resolver. Acho que não absorvi...” (L17, Entrevista).

Com relação à execução de uma tarefa, o licenciando 9 destaca que, muitas vezes, a falta de compreensão sobre o enunciado da questão pode ser considerada um empecilho, e não somente o conhecimento do indivíduo sobre o conceito.

“Uma coisa que eu vejo que cega na hora de resolver problema de física é o pessoal não conseguir traduzir, falo sempre para os meus alunos, traduzir o conceito que está acontecendo, que ele está observando que está acontecendo ali para matemática para poder fazer as contas. Se não entende o que o exercício pede, não tem como resolver corretamente... e outra, se o aluno vem desde o início já dizendo que é difícil, que não gosta, aí fica pior, não tem jeito”. (L9, Entrevista).

A seguir, o licenciando 4 revela que, a tomada de consciência proporcionada pelas discussões dos resultados dos questionários serviu para que ele refletisse sobre a execução da tarefa, ou seja, a consciência o permitiu reconhecer o nível de dificuldade de algumas tarefas.

“Quando você passou o primeiro questionário eu não sabia muito bem para que era, então eu fui respondendo o que eu achava que era certo, mas depois que a gente discutiu sobre as concepções de força e eu comecei a tentar relacionar um pouco mais com o que era certo. Porque tem muitas coisas que parecem ser triviais, mas não são”. (L4, Entrevista).

Assim, destacamos que a subcategoria das variáveis relacionadas às tarefas revela uma intensa reflexão a respeito dos diferentes níveis de dificuldade ou familiaridade dos licenciandos com determinados exercícios e a percepção da relação existente entre as ações durante a execução das tarefas e o perfil conceitual individual do conceito de força. A seguir, apresentamos a subcategoria relacionada às estratégias.

### 3.1.3 Estratégias

A subcategoria das variáveis relacionadas às estratégias se refere à tomada de consciência dos meios ou das ações a serem executadas para se obter êxito em uma atividade. Entretanto, vale ressaltar que, não basta que o indivíduo possua e domine diferentes estratégias, mas também saiba diferenciá-las de acordo com as tarefas que são definidas, isto é, o indivíduo deve ser capaz de escolher dentre as estratégias que possui, qual é a mais adequada para cada situação.

O trecho abaixo destaca a tomada de consciência dos licenciandos 4 e 3 com relação à importância de reconhecer o tipo de estratégia a ser utilizada em cada situação:

“Quando os meninos... apresentaram aquela resolução de exercício, eu vi o quanto é importante pensar em tudo, tipo tem exercícios que tem outras etapas e às vezes a gente acaba pulando ou usando uma forma que não é a correta para resolver. Gostei muito da parte de pensar a ação, antes de aplicar as fórmulas, é preciso analisar todas as circunstâncias. O jeito que eles explicaram, tipo o passo a passo foi bem legal, fez a gente pensar em todo o movimento durante a resolução e não só no resultado final”. (L4, Entrevista).

“Eu acho que a disciplina abordou bem, porque ela enfatizou bastante a necessidade de refletir, analisar, se planejar... e não só sair fazendo contas. [...] Porque na maioria do questionário não usava fórmulas e equações, tinha que usar outra forma para resolver”. (L3, Entrevista).

O uso de uma determinada estratégia durante o processo de aprendizagem pode ser justificado com base nos objetivos definidos pelo professor. Assim, diferentes estratégias podem ser utilizadas tendo em vista o êxito na aprendizagem de conceitos. Com relação às diferenças entre as estratégias utilizadas, o licenciando 18 destaca o momento da apresentação do plano de aula, realizada por dois grupos:

“O primeiro grupo acho... acho que eles tomaram o cuidado de apresentar algumas anotações de que aqui pode parecer isso, mas na realidade não na verdade é isso daqui por causa de tal, como uma forma de se organizar ou decidir como pode resolver a questão. O segundo não tanto, o segundo foi mais logaritmo, como resolver aquele tipo, por substituição. Você tem tal e tal informação, preenche lacuna. Não que o segundo não tenha sido bom, mas tem diferença do tipo de exercício que eles escolheram para a aula”. (L18, Entrevista).

O trecho a seguir mostra que o licenciando 9 define que, além da escolha da estratégia a ser utilizada para resolver uma tarefa, é necessário refletir a respeito da escolha realizada. Nesse sentido, o olhar crítico do sujeito frente à situação e a tomada de consciência dos meios a serem seguidos para se obter êxito em uma tarefa são fundamentais durante o processo de aprendizagem.

“É importante ter clareza do processo, pensar antes, lembrar dos conceitos, utilizar as informações do exercício e no fim ver se faz sentido também né... porque às vezes a resposta é meio absurda e é bom ver se bate.... Porque afinal de contas é natural você pensar que quanto mais forte eu empurro uma coisa mais rápido ela anda. É natural pensar que a Terra é chata se eu olhar para o horizonte e ver que ela é reta. É natural pensar que o sol anda em nossa volta se eu vejo uma bola cruzando o céu todo dia e não o contrário. Então o problema às vezes da física é mostrar que a nossa intuição está errada e como eu tive uns três anos de curso, eu entendi isso daí...o segredo é sempre duvidar, ver bem todas as possibilidades e não se deixar enganar pela aparência do enunciado” (L9, Entrevista).

Assim, destacamos como a subcategoria estratégias foi percebida pelos licenciandos durante a unidade de ensino realizada e a relação entre a escolha das estratégias e a forma de pensar o conceito de força. A seguir, abordamos a segunda categoria de análise, que compreende o controle ou autorregulação do processo de aprendizagem.

### 3.2 CONTROLE OU AUTORREGULAÇÃO

A categoria de controle ou autorregulação pode ser definida como a capacidade de controlar as próprias ações. O processo de autorregulação possibilita que o indivíduo se organize e realize um planejamento antes de executar uma tarefa, que efetue uma supervisão durante a execução e que, ao final da tarefa, seja capaz de revisar e avaliar suas ações. Assim, o processo remete a uma reflexão constante do indivíduo a respeito de suas ações.

De acordo com Portilho (2003) essa estratégia engloba três subestratégias, aqui definidas como subcategorias: **planejamento**, **supervisão** ou **regulação** e **avaliação**. A seguir, abordamos essas subcategorias individualmente.

#### 3.2.1 Planejamento

Com base nas ideias de Portilho (2003), podemos definir a subcategoria planejamento como uma estratégia fundamental no processo de aprendizagem, visto que reúne uma série de fatores que devem ser compreendidos e considerados pelo estudante para a realização de uma tarefa. Assim, é necessário traçar o objetivo a ser cumprido e definir os meios necessários para atingi-lo, ou seja, esse processo compreende a previsão das ações a serem realizadas e a escolha das estratégias mais adequadas para se atingir o objetivo da atividade.

Os trechos abaixo demonstram a preocupação dos licenciandos com relação ao planejamento que deve ser realizado antes da realização de uma aula. Dentre os fatores destacados, podemos observar que há uma preocupação especial com a abordagem conceitual do conteúdo e não somente com a definição de equações e fórmulas, por parte do licenciando 9:

“Bem, primeiro de tudo a gente tem que ser bem crítico com o que a gente faz no nosso dia a dia. Por exemplo, vou ensinar máquina térmicas para os meus alunos, vou ensinar alguma coisa de eficiência. Eu tenho que mostrar para eles as leis da

termodinâmica, como elas funcionam. Eu não posso jogar simplesmente que calor é igual a variação da energia interna mais o trabalho realizado. Eu tenho que pensar o porquê disso e tenho que levar isso para eles de uma maneira organizada, então planejar é essencial". (L9, Entrevista).

"Comecei a pensar que sempre tem que estar, sei lá, estudando, lendo. Preparar com antecedência o material, sempre dar uma relida no material para repassar para aula. Às vezes a gente acha que sabe tudo, porque já deu várias vezes a aula, mas não é assim". (L17, Entrevista).

Nos próximos trechos notamos o reconhecimento da importância do planejamento durante a ação docente e discente, assim como o fato de que o planejamento pode ser aprimorado de acordo com o passar do tempo:

"Acho que a disciplina ajudou a ver a importância de pensar nesse processo antes, tipo se perguntar "o que vou fazer para resolver isso"? Porque na maioria das vezes a gente começa a fazer as coisas sem pensar sobre elas. Então discutir sobre o planejamento de uma aula foi muito bom para aprender a valorizar esse tipo de coisa... como é importante no processo". (L3, Entrevista).

"Eu nunca tinha pensado que durante a aula de Física existe bastante coisa que preciso me preocupar. Foi um conceito bem legal de aprender. Se o professor tiver isso em mente e procura se planejar acho que é fácil de identificar quais são as concepções que alguém pode ter em tal conteúdo e deve ser também bastante simples de lidar com ela, tendo esse conhecimento". (L19, Entrevista).

"Eu dei bastante aula particular, mas basicamente o que você faz é reler o conteúdo. Você vai estar sentado por horas com a pessoa então você não se prepara... você não pensa em vários problemas que você vai ter quando você enfrentar uma turma. E eu não fazia ideia de como eu me prepararia, eu não fazia ideia de como que eu poderia chegar numa sala com capacidade de dar uma aula boa e no final era tão simples quanto preparar um plano de aula só, ou ler sobre experimentação, saber quais tipos de experimentos existem, o que eu posso procurar trabalhar com cada um. Esse tipo de coisa me relaxou bastante, me passou a sensação de que é o tipo de coisa que se aprende". (L18, Entrevista).

Nota-se que o licenciando 4 destaca que a atividade realizada proporcionou uma reflexão sobre outros momentos da disciplina, em que o planejamento se faz necessário. Assim, percebe-se o reconhecimento quanto à importância do planejamento das ações, a definição de objetivos e a escolha das estratégias a serem utilizadas durante o processo de aprendizagem.

"As apresentações dos planos de aula foram ótimas, é uma dificuldade bem grande fazer um planejamento de aula quando tu chegas no colégio, então foram ótimas para a gente ver onde está errando o processo. Acho que isso acaba ajudando a gente a aprender a se planejar, não só para uma aula, mas também para outras situações... porque não temos ou não somos... incentivados a pensar antes de agir. Isso foi muito válido para a situação dos exercícios também.... Pensar bem a diferença antes de sair fazendo conta". (L4, Entrevista).

Assim, destacamos a percepção dos licenciandos com relação à subcategoria planejamento durante a estratégia de ensino utilizada. A seguir, apresentamos a segunda subcategoria associada ao processo de autorregulação ou controle, definida como supervisão.

### 3.2.2 Supervisão

A subcategoria de supervisão é relacionada às intervenções que são realizadas durante a execução da atividade, ou seja, o indivíduo realiza o controle da estratégia com intuito de atingir a meta estabelecida. De acordo com Portilho (2003), durante esse processo de controle, pode-se notar algum erro ou divergência entre a estratégia que está sendo utilizada e o objetivo proposto. Nesse sentido, tanto o professor quanto o aprendiz podem modificar o plano estratégico, redirecionando as ações ou utilizando uma estratégia alternativa para que se cumpra o objetivo da atividade. Esse processo contribui para que haja uma certa flexibilidade e adaptação das ações durante o processo de aprendizagem.

Nos trechos abaixo percebemos que o licenciando 18 reconhece que a falta de supervisão durante a execução de atividades pode impactar no processo de aprendizagem.

“Acredito que não li direito a questão e acabei respondendo com pressa, digamos que de forma automática. Aí depois que discutimos sobre as nossas respostas no questionário eu fiquei muito apreensivo, acho que a partir daí que percebi como é importante pensar sobre isso enquanto estivesse respondendo...” (L18, Entrevista).

“Eu não vou lembrar especificamente qual, mas quando a gente fez pela segunda vez teve algumas respostas que quando eu marquei eu fiquei com uma sensação estranha eu acho que fiz meio rápido e acho que passei por cima da primeira vez”. (L18, Entrevista).

“O sentido da força aplicada coincidir sempre com o sentido do movimento pode ser uma... uma que tenha passado por cima, e a relação da força ser proporcional a velocidade... Olha se for fazer com pressa eu posso ter errado também. Eu acho que a segunda vez eu ia acertar, tomei mais cuidado”. (L18, Entrevista).

No trecho “[...] eu acho que fiz meio rápido e acho que passei por cima da primeira vez”, notamos que não houve regulação ou supervisão durante o processo, entretanto, o licenciando ressalta “[...]Eu acho que a segunda vez eu ia acertar, tomei mais cuidado”. Nesse sentido, inferimos que o sujeito reconhece a presença de um tipo de supervisão, no momento em que respondeu o questionário FCI pela

segunda vez. A seguir, apresentamos a terceira subcategoria associada ao processo de autorregulação ou controle, denominada avaliação.

### 3.2.3 Avaliação

A subcategoria de avaliação como forma de refletir a respeito dos resultados ao final do processo de aprendizagem. Nesse sentido, é possível que o aprendiz avalie os resultados alcançados, realizando uma comparação entre os objetivos definidos durante o planejamento e os resultados obtidos ao final da atividade. A seguir, destacamos alguns trechos em que os licenciandos destacam a importância da avaliação no processo de aprendizagem:

“Na disciplina teve bastante momentos que...principalmente as discussões sobre os questionários foram bem importantes, porque os próprios alunos conseguiram se auto avaliar, isso foi muito legal”. (L3, Entrevista).

“Eu já imaginava que teria algumas dessas concepções, mas não tantas! Foi bom para avaliar como eu estou me formando, como estou compreendendo a Física. Acho que esse momento de autoavaliação foi extremamente importante...” (L4, Entrevista).

“Logo no início da disciplina a gente teve um questionário bastante parecido com esse do final né. No momento eu não tinha entendido o porquê. Daí depois quando... daí já foi na segunda metade da disciplina quando isso ficou mais claro. Então se for pensar praticamente a disciplina inteira. Você percebe no final que foi discutido sobre um mesmo assunto, de diferentes maneiras e isso ajudou muito a se autoavaliar sobre esse conhecimento”. (L18, Entrevista).

“Acho que ninguém tem ciência do modo como pensa e dos conceitos que carrega então acho que talvez todo mundo que fez aquele questionário por ser um tanto simples deve ter imaginado que gabaritou e se não apresentasse isso você não ia estar trabalhando com os conceitos que nós mesmos temos e não ia mostrar o quão residente eles são. Então foi bastante bacana, não fosse isso na verdade talvez os exercícios não tivessem tido tanto sentido. O fato de fazer com que a gente se autoavaliasse foi o mais importante desse questionário”. (L9, Entrevista).

“Na formação, por exemplo, nessas disciplinas mais específicas de metodologia de ensino... acho que é necessário ver isso para gente de uma certa repensar o que estamos fazendo ou como estamos nos formando”. (L17, Entrevista).

Assim, podemos perceber que o processo de autoavaliação realizado durante a disciplina, colaborou para que os licenciandos refletissem a respeito das próprias concepções e, também a respeito de aspectos referentes à sua formação. Por fim, destacamos a seguir a terceira categoria de análise, que se refere à autopoiese.

### 3.3 AUTOPOIESE

A categoria autopoiese pode ser compreendida como “autofazer-se”, ou seja, compreende um movimento de transformação ou reconstrução de si mesmo de modo autoorganizado. Esse movimento é possibilitado pela articulação entre a autopoiese e as estratégias da consciência e controle, uma vez que o processo de reconstrução ou transformação implica dual ética, recursividade, retroalimentação e feedback (PORTILHO, 2004). Esta categoria se refere ao ato de transformação do próprio sujeito, ou seja, uma reflexão a respeito da reconstrução de si mesmo.

Nos trechos abaixo notamos a reflexão dos licenciandos com relação ao processo de autotransformação ou autoconstrução:

“Antes de fazer a disciplina eu não tinha... nunca tinha prestado atenção no quanto isso poderia impactar no futuro. Depois de cursar a disciplina eu vi que isso realmente tinha um impacto, que ... isso eu comecei a ver que tinha um impacto na minha formação também. Então acredito que desde o primeiro semestre devemos ter disciplinas que façam a gente refletir sobre esses assuntos. Porque na formação é importante ter esse momento... da gente se construir professor”. (L3, Entrevista).

“Eu acho que o momento mais importante foi a discussão em sala de aula. A gente acaba expondo nossas concepções acerca de tudo, o que a gente estudou e acaba desconstruindo ou reconstruindo a forma de pensar... Claro, quando se dispõe a escutar os argumentos dos outros né? É uma formação bem diferente das disciplinas duras... lá a gente aprende o conteúdo bruto e aqui pensamos em todos os assuntos sobre como ser professor”. (L4, Entrevista).

“Perceber que essa falta de consciência pode prejudicar os alunos mais para a frente né. Se você não percebe que em algumas ocasiões usa concepções prévias, aquelas visões que discutimos sobre força... como você saberá que está lecionando corretamente o conceito? Isso me fez pensar em como estou me formando, como está sendo a minha formação... será que preciso mudar em algum aspecto? Me fez refletir muito sobre mim mesmo”. (L19, Entrevista).

“Eu acho que nos textos que falaram de experimentação que eu tirei bastante ideias, eu achei bastante interessante. A forma que alguns textos falavam que alguns professores se portavam ou deixavam de se portar em sala de aula. Isso influenciou bastante, meu interesse cresceu. Senti que alguma coisa mudou com relação a isso...” (L5, Entrevista).

“Eu achei que não seria uma disciplina que iria me agradar tanto, que talvez não fosse contribuir. Mas acabou que justamente por discutir isso eu gostei bastante. Acho que sempre que você acaba vendo alguma coisa sobre o que você não tinha pensado antes você tira alguma coisa de lá. Eu gostei bastante da disciplina por causa disso. São coisas que você acha... coisas que você não imagina que precisa pensar antes de preparar uma aula e ter discutido isso foi uma das coisas que fez a disciplina valer a pena. Acredito que

me ajudou na formação, a ter uma reflexão da minha formação. Com certeza alguma coisa mudou...” (L18, Entrevista).

“Ter a ciência de que essa falta de consciência pode prejudicar os alunos mais para a frente né. Se você não percebe que em algumas ocasiões usa concepções prévias, aquelas visões que discutimos sobre força... como você saberá que está lecionando corretamente o conceito? Isso me fez pensar em como estou me formando, como está sendo a minha formação... será que preciso mudar em algum aspecto? Me fez refletir muito sobre mim mesma. Acho que esse é o primeiro passo para mudar a minha visão, é ver que nada está acabado, mas sempre se modifica né. Até o final do curso sei que vou mudar bastante ainda a forma de pensar esse e outros conceitos”. (L3, Entrevista).

Assim, verificamos que as três categorias destacadas anteriormente se relacionam, ou seja, para que ocorra a autoapoiese é necessário que o indivíduo tenha consciência e um certo tipo de controle com relação à sua forma de pensar o conceito de força.

### 3.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com Portilho (2003), a aprendizagem é uma atividade estratégica, planejada e controlada pelo aprendiz e se constrói durante toda a vida. Nesse sentido, destacamos que os perfis conceituais dos licenciandos sempre estarão em processo de construção, uma vez que, novas situações de aprendizagem podem proporcionar reflexões e desencadear novas movimentações nos perfis, assim, a movimentação é considerada momentânea.

A categorização realizada nos permitiu verificar indícios de que a estratégia de ensino realizada proporcionou momentos de tomada de consciência entre os licenciandos, com relação ao próprio perfil conceitual de força, e o interesse em desenvolver o controle dos processos cognitivos, no sentido de compreender as diferenças entre as zonas que compõem o perfil conceitual de força e os momentos adequados para utilizar cada uma destas zonas.

As estratégias metacognitivas identificadas nas falas dos licenciandos ao final do processo de pesquisa, remetem a diferentes ações realizadas durante toda a disciplina, as quais destacamos a seguir.

As discussões realizadas durante as aulas desencadearam reflexões a respeito da própria forma de pensar um conceito e, conseqüentemente, avaliar a própria execução cognitiva. Assim, grande parte dos licenciandos analisou os resultados obtidos no questionário FCI, avaliando a própria cognição e muitas vezes,

realizando comparações com relação ao resultado de outros sujeitos. Esse movimento remete à subestratégia metacognitiva associada à variável pessoas, tanto de maneira intra como interindividual.

Além da tomada de consciência da forma de pensar o conceito de força, percebemos que ocorreu uma reflexão sobre as relações entre a própria cognição e as dificuldades encontradas durante a execução de uma atividade. Em alguns casos, foi possível detectar dificuldades pontuais referentes ao conteúdo, que impossibilitavam a compreensão do conceito por parte de alguns licenciandos.

Com relação à tomada de consciência associada à variável tarefas, percebemos durante a análise aspectos que remetem ao reconhecimento de diferença entre tarefas e a importância de analisar a consistência entre a tarefa proposta e a própria capacidade cognitiva. Nesse sentido, a compreensão da atividade pode ser considerada como fator fundamental.

Ainda sobre a estratégia metacognitiva de consciência, podemos destacar o reconhecimento da importância no processo de escolha da estratégia mais adequada para resolver determinado problema, de modo a transferir esse conhecimento de uma situação para outra.

Alguns licenciandos reconheceram a importância do controle ou autorregulação durante as atividades, destacando as três subestratégias associadas: planejamento, supervisão e avaliação.

A respeito do planejamento, ficou claro que a atividade realizada incentivou discussões sobre a necessidade de pensar a ação antes de executá-la, não somente para um plano de aula, mas também para a resolução de uma atividade ou exercício. Nesse sentido, antes de realizar a tarefa, se faz necessário que o aprendiz reconheça a demanda desta e determine os objetivos a serem atingidos, levando em consideração a demanda da tarefa e os subsídios que possui para executá-la.

Alguns trechos revelam que a maioria dos licenciandos regula ou supervisiona o processo de aprendizagem realizando comparações entre o seu desempenho e o dos colegas, no decorrer das atividades. Este mesmo resultado foi observado por Portilho (2012, p. 192), ao realizar uma pesquisa com crianças em nível de alfabetização. A autora destaca que

[...] tal dado demonstra que a independência do aluno em suas atividades está em processo. Nesse sentido, a mediação do professor é fundamental

para que o aluno consiga caminhar em direção à sua autonomia, libertando-se gradualmente do referencial externo.

Nesse sentido, destacamos a importância em desenvolver atividades metacognitivas durante o processo de formação, uma vez que percebemos que os licenciandos, apesar de possuir um grau mais elevado de instrução, ainda não possuem autonomia durante o processo de aprendizagem, pois, conforme destaca Portilho (2009) os indivíduos não nascem com um conhecimento e um controle metacognitivo suficiente, sendo necessário proporcionar atividades que desenvolvam estas habilidades.

Com relação ao processo de avaliação, percebemos que a maioria dos licenciandos reconheceu que a autoavaliação realizada após as atividades proporciona reflexões sobre a própria forma de pensar e o delineamento de ações que podem ser tomadas para atingir resultados mais satisfatórios.

A autopoiese surge nos trechos das falas dos licenciandos não somente como o ato de transformar a própria forma de pensar o conceito de força, mas sim de transformar-se durante o processo de formação docente. Nesse sentido, percebemos que as atividades propostas possibilitaram intensas discussões e reflexões sobre aspectos referentes à própria formação.

Este processo de reflexão possibilitou que os licenciandos refletissem sobre situações futuras e sobre o tipo de profissional que desejam se tornar. Portilho (2012, p. 192) ressalta que

O professor comprometido com o desenvolvimento das potencialidades do aluno estimula-o a assumir o *controle* de sua própria aprendizagem, isto é, a aprender a identificar quando entende e quando necessita de mais informação; quais são as estratégias que pode utilizar; como pode elaborar suas próprias teorias sobre os fenômenos e testá-las com eficácia, e assim por diante. Essa atitude exige que o professor repense sobre que é ensinado, sobre a maneira de ensinar e sobre o modo de avaliar a aprendizagem dos alunos.

Assim, o desenvolvimento da consciência metacognitiva dos licenciandos pode ser considerada como um aspecto positivo para a formação docente, uma vez que proporciona um olhar crítico sobre as situações de aprendizagem com que irá se deparar futuramente. Ontorria (2000 apud PORTILHO, 2009, p. 155) ressalta que

O professor deve favorecer um espaço em que o aluno, após a tomada de consciência de como ele aprende e de como pode utilizar seus esquemas de controle, possa reconstruir-se, objetivando mudar o que já está

estabelecido e cristalizado em seu modelo de aprendiz e, conseqüentemente, em seu modelo de ensinar.

Corroborando a citação acima, devemos considerar a relevância do conhecimento metacognitivo e das variáveis que estão relacionadas, pois, a forma como o futuro docente vivencia a aprendizagem pode se refletir em sua prática docente. Nesse sentido, um olhar reflexivo e crítico sobre os processos cognitivos e metacognitivos pode fazer toda a diferença na futura profissão.

## 4 CONCLUSÃO

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar a percepção dos licenciandos com relação às estratégias metacognitivas desenvolvidas durante o processo de movimentação do perfil conceitual de força. Dado o exposto, destacamos algumas considerações a respeito do objetivo estabelecido, ressaltando que, as tentativas de resposta ao problema proposto são definidas como exploratórias.

Em nossa fundamentação desenhamos um caminho teórico que se inicia com a apresentação de estudos referentes às concepções espontâneas no Ensino de Física, assim como as implicações destas concepções para a aprendizagem de conceitos. Nesse sentido, entende-se que as pesquisas que abordam essa temática serviram como impulso para o surgimento da Teoria da Mudança Conceitual, proposta inicialmente por Posner e colaboradores (1982). De acordo com essa teoria, seria possível, por meio de estratégias de ensino modificar as concepções espontâneas dos estudantes, transformando-as em conhecimento científico. Entretanto, diversos pesquisadores apontaram que não ocorria uma mudança conceitual, mas sim a sobreposição de conceitos (MORTIMER, 1996).

Nesse sentido, apresentamos a Teoria do Perfil Conceitual, proposta inicialmente por Mortimer (1996, 2000), como uma possibilidade de interpretar o conhecimento de um indivíduo de acordo com a composição de diferentes concepções sobre um conceito, ou seja, a determinação de diferentes zonas que definem um perfil conceitual. Em vista dos argumentos apresentados pelos autores estudados, percebe-se que o indivíduo tende a utilizar diferentes concepções, considerando o ambiente em que está inserido. A teoria reconhece que os significados atribuídos às palavras são distintos e geram uma certa polêmica, tanto na vida cotidiana como na científica. Assim, o indivíduo pode apresentar diferentes formas de representar e interpretar um conceito e, para um determinado contexto, tende a escolher o significado que considera ser o mais adequado à situação. Nesse sentido, os perfis conceituais são considerados como modelos que representam a diversidade dos modos de pensar de indivíduos que pertencem a um certo contexto sociocultural e, podem ser utilizados, em diferentes situações ou experiências

De acordo com Mortimer (2000), a tomada de consciência do sujeito quanto ao seu modo de pensar, possibilita a metacognição. Nesse sentido, utilizamos durante a disciplina diferentes estratégias metacognitivas, ou seja, estratégias que têm como finalidade promover a metacognição do sujeito com relação ao próprio perfil conceitual e, conseqüentemente, favorecer a movimentação do perfil conceitual de força. Assim, destacamos que a aprendizagem conceitual visa a tomada de consciência da diversidade de interpretações de um conceito e o reconhecimento do uso destas interpretações em diferentes contextos.

Por meio da aplicação do questionário FCI foi possível identificar o perfil conceitual de força dos licenciandos e verificar que este condiz com o perfil conceitual de força disponível na literatura (RADÉ, 2005). Assim, realizamos a comparação entre os perfis conceituais inicial e final, o que nos possibilitou visualizar a movimentação no perfil conceitual destes licenciandos durante o decorrer da disciplina.

Destacamos que os gráficos que representam as movimentações nos perfis conceituais não se referem a um tipo de evolução do perfil conceitual de força dos licenciandos, mas sim uma movimentação das zonas que constituem esse perfil. Nesse sentido, destacamos que diante de uma nova situação de aprendizagem, a que o sujeito é submetido e que se relacione com o conceito de força, poderá ocorrer uma nova movimentação no perfil conceitual, logo, o processo não pode ser considerado estático, uma vez que o perfil conceitual está sempre em processo de construção.

Constatada a movimentação nos perfis conceituais, realizamos a segunda etapa da análise, que consistiu na análise de conteúdo das entrevistas realizadas ao final da disciplina. Essa segunda etapa teve como objetivo responder à questão de pesquisa: Que estratégias metacognitivas são identificadas pelos licenciandos durante o processo de movimentação do perfil conceitual de força?

As estratégias metacognitivas, são definidas por Portilho (2009, p. 108) como “um conjunto de operações mentais que requer planificação e controle na hora de serem executadas”, isto é, são estratégias que proporcionam o monitoramento do progresso cognitivo. Nesse sentido buscamos identificar, dentre as estratégias utilizadas durante a disciplina, quais destas foram identificadas pelo licenciandos durante o processo de movimentação do perfil conceitual.

Definimos como as categorias principais: Consciência (subcategorias pessoas, tarefas e estratégias), Controle (subcategorias planejamento, supervisão e avaliação) e Autopoiese.

A estratégia metacognitiva denominada de consciência ou conhecimento é definida como o conhecimento sobre o próprio conhecimento, ou seja, corresponde à tomada de consciência sobre a própria forma de pensar e dos processos cognitivos e competências necessárias que um indivíduo deve possuir para executar uma determinada tarefa. O controle possibilita que o indivíduo se organize e realize um planejamento antes de executar uma tarefa, que efetue uma supervisão durante a execução e que, ao final da tarefa, seja capaz de revisar e avaliar suas ações. Por fim, a Autopoiese compreende um movimento de transformação ou reconstrução de si mesmo de modo autoorganizado. Esse movimento é possibilitado pela articulação entre a autopoiese e as estratégias da consciência e controle.

O processo de análise nos permitiu inferir que, a Consciência é reconhecida pelos licenciandos como uma das estratégias que mais contribuiu para a compreensão do perfil conceitual de força durante o decorrer da disciplina, uma vez que permitiu o reconhecimento das concepções iniciais referentes ao conceito e uma reflexão sobre como estas concepções se apresentam no questionário e, conseqüentemente, no perfil conceitual individual. Por meio destas reflexões, o sujeito pode modificar a sua forma de analisar uma tarefa e conseqüentemente, a maneira como escolhe as estratégias para a resolução de uma atividade.

Concordamos com Guimarães e Bosse (2008, p. 32) ao considerar

[...] que apenas evocando as habilidades metacognitivas do aprendiz o pesquisador poderá ter acesso às representações iniciais dos alunos, pois para que o sujeito reflita sobre suas próprias capacidades e concepções de aprendizagem, e de algum modo expresse-as ao pesquisador, necessitará servir-se de um esforço metacognitivo.

Em virtude do que foi mencionado, pensamos que esta pesquisa, além de proporcionar reflexões a respeito da compreensão do conhecimento metacognitivo, possibilita desdobramentos futuros que visem discutir o processo de aprendizagem de conceitos científicos na formação de professores de Física, valendo-se das estratégias metacognitivas como uma possibilidade para a aprendizagem conceitual.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, E. M. R. **Perfil conceitual para a segunda lei da termodinâmica aplicada as transformações químicas**: a dinâmica discursiva em uma sala de aula de Química do Ensino Médio. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais – Faculdade de Educação. 2004.

ANDRADE, M. L. F. e MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**. 2011, vol.17, n.4, pp. 835-854.

ARAÚJO, A. O. **O perfil conceitual de calor e sua utilização por comunidades situadas**. 2014. 223 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

BACHELARD, G. A Filosofia do Não; O Novo Espírito Científico; A Poética do Espaço. Seleção de textos de José Américo Motta Pessanha; Traduções de Joaquim José Moura Ramos (et. Al.) – 2 ed. Os Pensadores – São Paulo, Editora Abril Cultural, 1984.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

CARRASCO, J. B. **Estrategias de aprendizaje**. Madrid: Rialp, 2004.

CHAUÍ, M. **Convite à filosofia**. Ed. Ática, São Paulo, 2000.

CLEMENT, J. Student's preconceptions in introductory mechanics. **American Journal oh Physics**, v. 50, n. 1, p. 66-71, 1982.

COUTINHO, F. A. **O Perfil Conceitual do Conceito de Vida**. Tese de Doutorado (Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

DREHER, S. A. S. **As estratégias metacognitivas de alunos em processo de alfabetização**: uma reflexão sobre o aprender do aluno e o ensinar do professor. Dissertação (Mestrado em Educação). Pontifícia Univercidade Católica do Paraná, 2009.

EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. **Formas de Construtivismo**: Teoria da Mudança Conceitual e Construtivismo Contextual. . In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1999.

FERNANDES, S. A. **Um Estudo sobre a Consistência de Modelos Mentais sobre Mecânica de Estudantes de Ensino Médio**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

FLAVELL, J. H. Speculation about the nature and development of metacognition. In: **Metacognition, Motivation and Understanding**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1987.

FLAVELL, J. H.; MILLER, P. H.; MILLER, S. **Desenvolvimento cognitivo**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

FRIEDLANDER, M. R.; ARBUES-MOREIRA, M. T. Análise de um trabalho científico: um exercício. **Revista Brasileira de Enfermagem**. V. 60, n. 5, p. 573-578, 2007. .

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLD, R. L. Roles in sociological field observations. **Social Forces**, v. 36, n. 3, p. 217-223, mar. 1958.

GOMES, L. C.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. Análise da relação entre força e movimento em uma revista de divulgação científica. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 341-353, 2010.

GUIMARÃES, S. R. K.; STOLTZ, T.; BOSSE, V. R. P. Da tomada de consciência à metacognição. In: GUIMARÃES, S. R. K.; STOLTZ, T. **Tomada de consciência e conhecimento metacognitivo**. Curitiba: Editora UFPR, 2008.

HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. Force Concept Inventory. **Physics. Teaching**. v. 30, p. 141–158, mar. 1992.

HODSON, D. **Experimentos na Ciência e no Ensino de Ciências**. Educational Philosophy and Theory, 20, p. 53 - 66, 1988. Tradução: Paulo A. Porto.

JOU, G. I.; SPERB, T. M. A metacognição como estratégia reguladora da aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**. 2006, vol.19, n.2, p.177-185.

LIMA, M. A. D. S.; ALMEIDA, M. C. P.; LIMA, C. C. A utilização da observação participante e da entrevista semi-estruturada na pesquisa em enfermagem. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, Porto Alegre, v. 20, n. esp., p. 130-142, 1999.

LUCKESI, C. C. Tendências pedagógicas na prática escolar. In: LUCKESI, C. C. **Filosofia da Educação**, São Paulo: Editora Cortez, 1994, p. 53-74.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, R. A. **A maçã de Newton: história, lendas e tolices**. Estudos de história e Filosofia da Ciência: Subsídios para Aplicação no Ensino. Silva, C. C. da (org). São Paulo Editor da Física, 2006.

MARTINS, R. S.; MARTINS, G.H. Reflexões acerca das tendências pedagógicas liberais e progressistas e sua fundamentação para o PROEJA. **Momento**, v. 21, n. 1, p. 99-111, 2012.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science Education**. v.4, n. 3, p. 265-287, 1995.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e Ensino de Ciências: para onde vamos?. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. 383p.

MORTIMER, E. F., EL-HANI, C. N. **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. New York: Springer, 2014.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, E. M. R. Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1 n. 3 pp. 5-18, 2001.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; AMARAL, E. M. R.; EL-HANI, C. N. Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological Bases of Research Program. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. New York: Springer, 2014.

OLIVEIRA, C. L. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. **Revista Travessias**, Cascavel, v. 2, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae** v. 12 n.1 p.139-153 jan./jun. 2010.

PEDUZZI, L.. O. Q. Física Aristotélica: por que não considerá-la no ensino da Mecânica? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13, n1: p.48-63, abr.1996.

PEDUZZI, L.O.Q; PEDUZZI, S.S. Força no movimento de projéteis. **Caderno catarinense de Ensino de Física**, v. 2, n. 3, p. 114-127, 1985b.

PEDUZZI, L.O.Q; PEDUZZI, S.S. O conceito intuitivo de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton. **Caderno catarinense de Ensino de Física**, v. 2, n. 1, p. 6-15, 1985a.

PEDUZZI, S. S. Concepções alternativas em Mecânica. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 53-75.

PORTILHO, E. M. L. **Aprendizaje Universitario**: um enfoque metacognitivo. Madrid. Universidad Complutense de Madrid. Tese de doutorado, 2003.

PORTILHO, E. M. L. A aprendizagem na universidade: os estilos de aprendizagem e a metacognição. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 12., 2004, Curitiba. Anais... Curitiba: PUCPR, 2004.

PORTILHO, E. M. L. As estratégias metacognitivas de quem aprende e de quem ensina. In: SCOZ, B. et al. **Aprendizagem**: Tramas do conhecimento, do saber e da subjetividade. Petrópolis: Vozes. 2006.

PORTILHO, E. M. L. Como se aprende? Estratégias, estilos e metacognição. Rio de Janeiro: Wak, 2009.

PORTILHO, E. M. L. Categorias metacognitivas como subsídio à prática Pedagógica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 181-196, 2012.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**. v. 66, n. 2, p. 221-227, 1982.

POZO, J. I.; MONEREO, C.; CASTELLÓ, M. O uso estratégico do conhecimento. In: **Desenvolvimento psicológico e educação – 2**: psicologia da educação escolar. Porto Alegre: Artmed, 2004.

RADÉ, T. S. **O Conceito de Força na Física**: Evolução Histórica e Perfil Conceitual. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2005.

RIBEIRO, E. A. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. **Evidência**, Araxá, v. 4, n. 4, p. 129-148, maio. 2008.

SABINO, J. D. **A Utilização do Perfil Conceitual de Substância em Sala de Aula**. Recife, 2015. 154 p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2015.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. Porto Alegre: AMGH, 2013.

SEPULVEDA, C. **Perfil Conceitual de Adaptação: Uma Ferramenta para Análise de Discurso de Salas de Aula de Biologia em Contextos de Ensino de Evolução**. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia E Universidade Estadual de Feira de Santana. 2010.

SEPULVEDA, C.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Conceptual Profile of Adaptation: A Tool to Investigate Evolution Learning in Biology Classrooms. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. New York: Springer, 2014.

SEPULVEDA, C.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Construção de um perfil conceitual de adaptação: implicações metodológicas para o programa de pesquisa sobre perfis conceituais e o ensino de evolução. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.18, n. 2, p 327-346, 2013.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, J. R. R. T. **Um Perfil Conceitual para o Conceito de Substância**. Recife, 2011. 186 p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

SILVA, J.R.R.T.; AMARAL, E.M.R. Proposta de um perfil conceitual para substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 13, n. 3, 2013.

SIMÕES NETO, J. E. **Uma Proposta para o Perfil Conceitual de Energia em Contextos do Ensino da Física e da Química**. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências). Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016.

SIMÕES NETO, J. E.; SILVA, J. R. R.; CRUZ, M. E. B.; AMARAL, E. M. R. Emergência das zonas do perfil conceitual de calor em uma sequência didática. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 3348-3353, 2013.

VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**, v. 1, n. 2, p. 205-221, 1979.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.; KISHINAMI, R. I.; HOSOUME, Y. Analizando o Ensino de Física: contribuições de pesquisas com enfoques diferentes. **Revista de Ensino de Física**, v. 4, n. 3, p. 24-51, 1982.

WATTS, M.; ZYLBERSZTAJN, A. A survey of some children's ideas about force. **Physics Education**, v. 16, p. 360-365, 1981.

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

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO FORCE CONCEPT INVENTORY

### Metodologia e Prática de Ensino de Física I

#### Conteúdo: Força

#### Nome:

Adaptado de Radé (2005) e Fernandes (2011)

1. Duas esferas de metal têm o mesmo tamanho, mas uma pesa o dobro da outra. As esferas são soltas do telhado de um prédio no mesmo instante de tempo. Quanto ao tempo que as esferas demoram para chegar ao chão:

- (A) A esfera mais pesada demora a metade do tempo da esfera mais leve.
- (B) A esfera mais leve demora a metade do tempo da esfera mais pesada.
- (C) Ambas as esferas demoram mais ou menos o mesmo tempo.
- (D) O tempo é consideravelmente menor para a esfera mais pesada, mas não necessariamente a metade.
- (E) O tempo é consideravelmente menor para a esfera mais leve, mas não necessariamente a metade.

2. A duas esferas do problema anterior rolam de uma mesa horizontal com a mesma velocidade, atingem a beirada da mesa e caem no chão. Nesta situação:

- (A) As duas esferas batem no chão aproximadamente à mesma distância horizontal em relação ao pé da mesa.
- (B) A esfera mais pesada bate no chão na metade da distância atingida pela bola mais leve em relação ao pé da mesa.
- (C) A esfera mais leve bate no chão na metade da distância atingida pela bola mais pesada em relação ao pé da mesa.
- (D) A esfera mais pesada bate no chão consideravelmente mais próximo ao pé da mesa, mas não necessariamente a metade da distância horizontal atingida pela esfera mais leve.
- (E) A esfera mais leve bate no chão consideravelmente mais próximo ao pé da mesa, mas não necessariamente a metade da distância horizontal atingida pela esfera mais pesada.

3. Uma pedra que é deixada cair do telhado de um edifício na superfície da Terra:

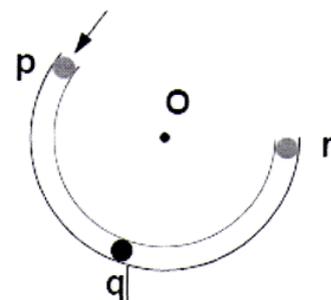
- (A) Alcança uma velocidade máxima logo após ser largada e cai com velocidade constante depois disso.
- (B) Vai aumentando a velocidade enquanto cai, porque a atração gravitacional vai se tornando mais forte à medida que a pedra se aproxima da superfície da Terra.
- (C) Vai aumentando de velocidade enquanto cai, devido à força da gravidade quase constante que atua sobre ela.
- (D) Cai por causa da tendência natural de todos os objetos para ficarem em repouso na superfície da terra.
- (E) Cai por causa dos efeitos combinados da força da gravidade e da força do ar que a empurram para baixo.

4. Um caminhão bate de frente com um carro de passeio. Durante a colisão:

- (A) A força exercida pelo caminhão sobre o carro é maior do que a força exercida pelo carro sobre o caminhão.
- (B) A força exercida pelo carro sobre o caminhão é maior do que a força exercida pelo caminhão sobre o carro.
- (C) Nenhum veículo exerce força um no outro, o carro é destruído apenas porque estava no caminho do caminhão.
- (D) O caminhão exerce uma força sobre o carro, mas o carro não exerce força sobre o caminhão.
- (E) A força exercida pelo caminhão sobre o carro é igual à força exercida pelo carro sobre o caminhão.

UTILIZE AS INDICAÇÕES E A FIGURA ABAIXO PARA RESPONDER ÀS DUAS PERGUNTAS SEGUINTE (5 e 6).

A figura mostra um tubo sem atrito na forma de um segmento de círculo com centro em "O". O tubo encontra-se preso a uma mesa horizontal sem atrito. O observador olha a mesa de cima. As forças exercidas pelo ar são insignificantes. Uma esfera é disparada a alta velocidade no tubo em "p" e sai em "r".



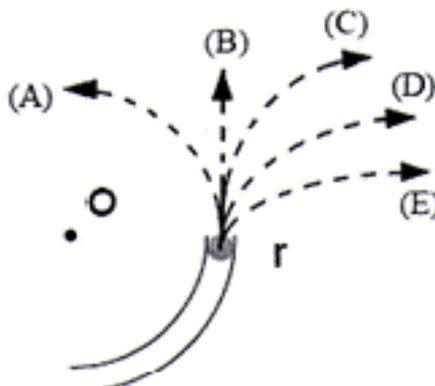
5. Considere as seguintes forças distintas:

1. Uma força para baixo devido à gravidade.
2. Uma força exercida pelo tubo que aponta de "q" para "O".
3. Uma força no sentido do movimento.
4. Uma força que aponta de "O" para "q".

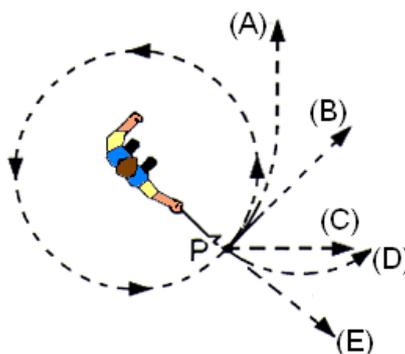
Qual(ais) força(s) acima atua(m) na esfera quando esta se encontra no interior do tubo sem atrito na posição "q"?

- A) 1 somente.
- B) 1 e 2.
- C) 1 e 3.
- D) 1, 2 e 3.
- E) 1, 3 e 4.

6. Qual trajetória na figura da direita a esfera seguirá após sair do tubo em "r", movendo-se sobre a mesa sem atrito?

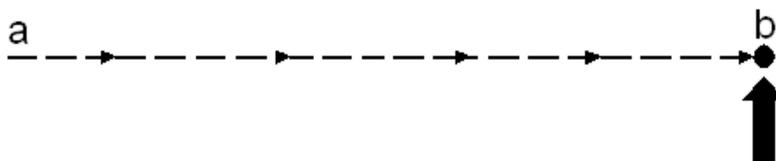


7. Uma esfera de aço é amarrada a uma corda e girada em uma trajetória circular em um plano horizontal, como mostrado na figura à direita. No ponto P indicado na figura a corda se rompe próximo à esfera. Se esses eventos forem observados de cima, que trajetória a esfera seguirá aproximadamente após a ruptura da corda?



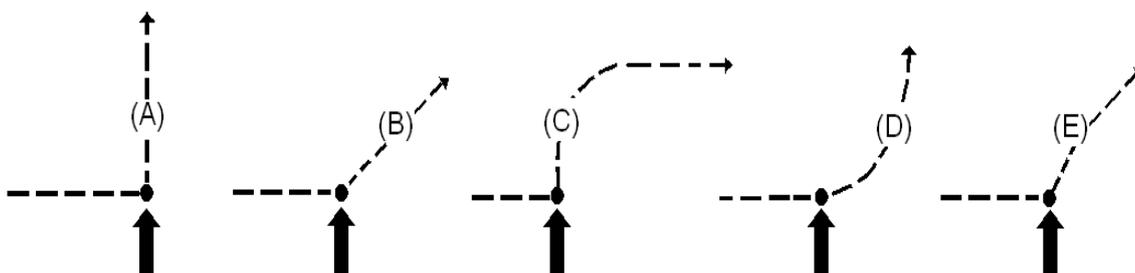
**UTILIZE A AFIRMAÇÃO E A FIGURA ABAIXO PARA RESPONDER AS PRÓXIMAS QUATRO QUESTÕES (8 a 11).**

A figura representa a trajetória de um disco que desliza com velocidade constante " $v_0$ " em linha reta do ponto "a" para o ponto "b" em uma superfície horizontal sem atrito. As forças exercidas pelo ar são insignificantes e o observador olha o disco de cima.



Quando o disco alcança o ponto "b", ainda com velocidade constante " $v_0$ ", recebe um chute horizontal no sentido da seta mais grossa. Se o disco estivesse em repouso em "b", após o chute, seguiria um movimento vertical com uma velocidade " $v_1$ " no sentido do chute.

8. Qual das trajetórias abaixo mais se aproxima daquela seguida pelo disco após receber o chute?



9. A velocidade do disco imediatamente após receber o chute é:
- (A) Igual à velocidade inicial " $v_0$ " que ele possuía antes de receber o chute.
  - (B) Igual à velocidade " $v_1$ " que resulta do chute e independente da velocidade " $v_0$ ".
  - (C) Igual à soma aritmética das velocidades " $v_0$ " e " $v_1$ ".
  - (D) Menor do que ambas as velocidades " $v_0$ " ou " $v_1$ ".
  - (E) Maior do que ambas as velocidades " $v_0$ " ou " $v_1$ ", mas menor que a soma aritmética dessas duas velocidades.

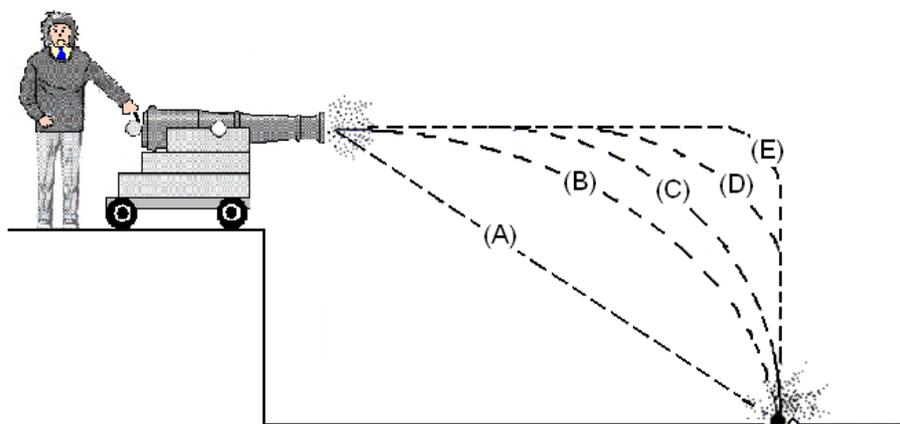
10. Ao longo do caminho sem atrito que você escolheu na questão 8, a velocidade do disco depois de ele ter recebido o chute:

- (A) É constante.
- (B) Aumenta continuamente.
- (C) Diminui continuamente.
- (D) Aumenta durante algum tempo e diminui depois disso.
- (E) É constante durante algum tempo e aumenta depois disso.

11. Ao longo da trajetória sem atrito que você escolheu na questão 8, as principais forças atuantes no disco após ter recebido o chute são:

- (A) Uma força para baixo devida à gravidade.
- (B) A força da gravidade para baixo e uma força horizontal no sentido do movimento.
- (C) A força da gravidade para baixo, uma força para cima exercida pela superfície e uma força horizontal atuando no sentido do movimento.
- (D) A força da gravidade para baixo e uma força para cima exercida pela superfície.
- (E) Nenhuma (não há forças sendo exercidas sobre o disco).

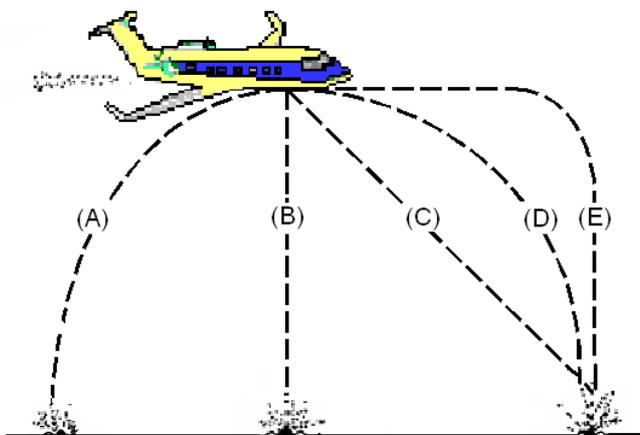
12. Uma esfera é disparada por um canhão do alto de um penhasco como mostrado na figura abaixo. Qual é a trajetória que mais se aproxima da seguida pela esfera?



13. Um menino joga uma esfera de aço para cima em linha reta. Considere o movimento da esfera apenas depois de sair da mão do menino e antes de tocar o chão e suponha que as forças exercidas pelo ar são insignificantes. Nestas circunstâncias, a(s) força(s) atuando na bola é (são):

- (A) Uma força da gravidade para baixo e uma força para cima que vai diminuindo de forma constante.
- (B) Uma força para cima que vai diminuindo desde o momento em que a esfera sai da mão do menino até alcançar seu ponto mais elevado e, durante a descida, a força da gravidade para baixo que aumenta constantemente à medida que a esfera vai ficando mais perto da Terra.
- (C) Uma força para baixo quase constante devido à gravidade e uma força para cima que vai diminuindo de forma constante até a esfera alcançar seu ponto mais elevado.
- (D) Apenas uma força da gravidade para baixo e quase constante.
- (E) Nenhuma das anteriores. A esfera retorna ao chão devido à sua tendência natural de ficar em repouso na superfície da Terra.

14. Um objeto é largado por um avião em voo horizontal, como mostrado na figura. Qual trajetória, quando vista por um observador situado no chão, mais se aproxima daquela seguida pelo objeto depois de deixar o avião?



**UTILIZE A AFIRMAÇÃO E A FIGURA ABAIXO PARA RESPONDER ÀS DUAS PERGUNTAS SEGUINTE (15 e 16).**

Um caminhão sofre um defeito na estrada e é empurrado por trás por um carro de passeio como mostrado na figura abaixo.



**15.** Enquanto o carro, ainda empurrando o caminhão, está acelerando para atingir a velocidade desejada:

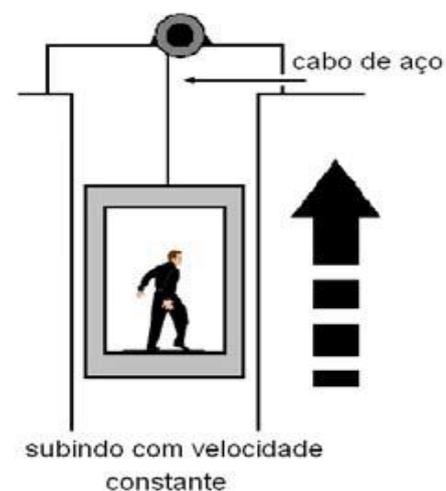
- (A) A força com que o carro empurra o caminhão é igual à força que o caminhão exerce para trás no carro.
- (B) A força com que o carro empurra o caminhão é menor do que a força que o caminhão exerce para trás no carro.
- (C) A força com que o carro empurra o caminhão é maior do que a força que o caminhão exerce para trás no carro.
- (D) O motor do carro está funcionando e por isso o carro exerce uma força no caminhão, mas o motor do caminhão não funciona e, assim, o caminhão não pode empurrar o carro para trás. O caminhão é empurrado para frente simplesmente porque está no caminho do carro.
- (E) Nem o carro nem o caminhão exercem força um no outro. O caminhão é empurrado para frente simplesmente porque está no caminho do carro.

**16.** Depois que o carro alcança a velocidade constante que o seu condutor deseja para empurrar o caminhão:

- (A) A força com que o carro empurra o caminhão é igual à força que o caminhão exerce para trás no carro.
- (B) A força com que o carro empurra o caminhão é menor do que a força que o caminhão exerce para trás no carro.
- (C) A força com que o carro empurra o caminhão é maior do que a força que o caminhão exerce para trás no carro.
- (D) O motor do carro está funcionando e por isso o carro exerce uma força no caminhão, mas o motor do caminhão não funciona e, assim, o caminhão não pode empurrar o carro para trás. O caminhão é empurrado para frente simplesmente porque está no caminho do carro.
- (E) Nem o carro nem o caminhão exercem força um no outro. O caminhão é empurrado para frente simplesmente porque ele está no caminho do carro.

**17.** A figura mostra um elevador que está sendo puxado para cima a uma velocidade constante por um cabo de aço preso a um eixo. Nesta situação as forças no elevador são tais que:

- (A) A força exercida para cima pelo cabo é maior do que a força exercida para baixo pela gravidade.
- (B) A força exercida para cima pelo cabo é igual à força exercida para baixo pela gravidade.
- (C) A força exercida para cima pelo cabo é menor do que a força exercida para baixo pela gravidade.
- (D) A força exercida para cima pelo cabo é maior do que a soma das forças feitas para baixo pela gravidade e pelo ar.
- (E) Nenhuma das anteriores. (O elevador sobe porque o cabo vai ficando mais curto, não porque há uma força para cima exercida nele pelo cabo).

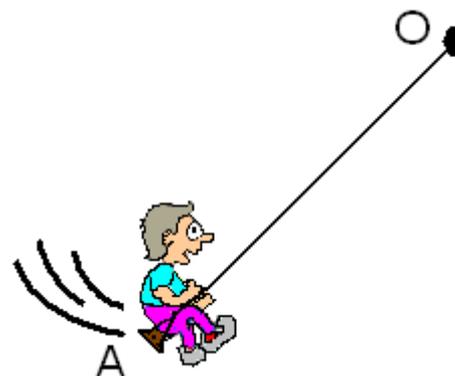


18. A figura ao lado mostra um menino que balança em uma corda começando em um ponto mais alto do que a posição **A**. Considere as seguintes forças distintas:

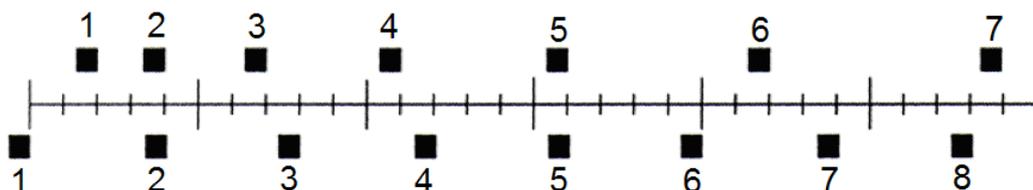
1. Uma força para baixo devido à gravidade.
2. Uma força exercida pela corda apontando de **A** para **O**.
3. Uma força no sentido do movimento do menino.
4. Uma força que aponta de **O** para **A**.

Qual(ais) força(s) acima está(ão) agindo no menino quando ele está na posição **A**?

- A) 1 somente.
- B) 1 e 2.
- C) 1 e 3.
- D) 1, 2, e 3.
- E) 1, 3 e 4.



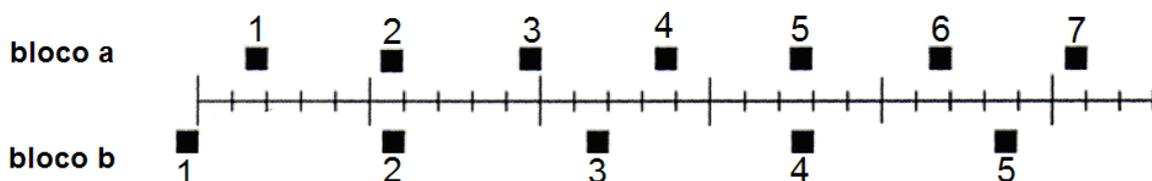
19. Na figura abaixo estão representadas as posições de dois blocos em intervalos sucessivos de 0.20 segundos. Os blocos estão se movendo para a direita.



Os blocos têm alguma vez a mesma velocidade?

- (A) Não.
- (B) Sim, no instante 2.
- (C) Sim, no instante 3.
- (D) Sim, nos instantes 2 e 5.
- (E) Sim, em algum instante durante o intervalo 3 e 4.

20. Na figura abaixo estão representadas as posições de dois blocos em intervalos sucessivos de 0.20 segundos. Os blocos estão se movendo para a direita.



As acelerações dos blocos estão relacionadas da seguinte forma:

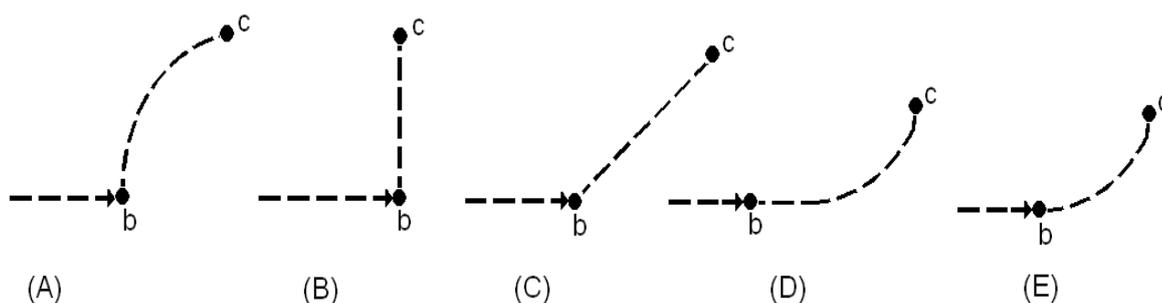
- (A) A aceleração de "a" é maior do que a aceleração de "b".
- (B) A aceleração de "a" é igual à aceleração de "b". Ambas são maiores do que zero.
- (C) A aceleração de "b" é maior do que a aceleração de "a".
- (D) A aceleração de "a" é igual à aceleração de "b". Ambas são zero.
- (E) Não há informação suficiente para responder à pergunta.

UTILIZE A AFIRMAÇÃO E A FIGURA ABAIXO PARA RESPONDER AS PRÓXIMAS QUATRO QUESTÕES (21 A 24).

Um disco voador desloca-se lateralmente no espaço exterior do ponto “a” para o ponto “b” como mostrado abaixo. O disco voador não está sujeito a nenhuma força exterior. Chegando na posição “b”, o motor do disco voador é ligado e produz nele uma força constante em um ângulo perpendicular à linha “ab”. Essa força constante é mantida até que o disco voador alcance o ponto “c” no espaço.



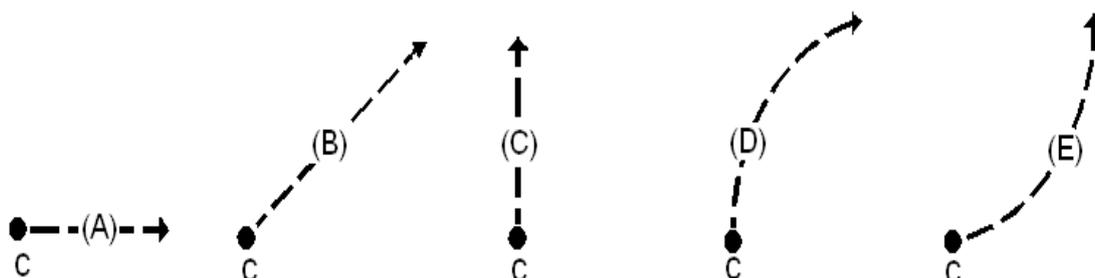
21. Qual das trajetórias abaixo melhor representa a trajetória do disco voador entre os pontos “b” e “c”?



22. Enquanto o disco voador move-se da posição “b” para a posição “c” sua velocidade está:

- (A) constante.
- (B) continuamente aumentando.
- (C) continuamente diminuindo.
- (D) aumentando inicialmente e depois ficando constante.
- (E) constante inicialmente e depois diminuindo.

23. Na posição “c” o motor do disco voador é desligado e a força exercida sobre ele cai imediatamente para zero. Qual das trajetórias abaixo o disco voador irá seguir depois de “c”?



24. Depois da posição “c”, a velocidade do disco voador está:

- (A) constante.
- (B) continuamente aumentando.
- (C) continuamente diminuindo.
- (D) aumentando inicialmente e depois ficando constante.
- (E) constante inicialmente e depois diminuindo.

25. Uma mulher exerce uma força horizontal constante em uma caixa grande. Em consequência, a caixa move-se horizontalmente a uma velocidade constante “ $v_0$ ”. A força constante aplicada pela mulher:

- A) Tem a mesma intensidade que o peso da caixa.
- B) É maior do que o peso da caixa.
- C) Tem a mesma intensidade que a força total que resiste ao movimento da caixa.
- D) É maior do que a força total que resiste ao movimento da caixa.
- E) É maior do que o peso da caixa e maior, também, do que a força total que resiste ao movimento.

26. Se a mulher da questão anterior duplicar a força horizontal constante que exerce na caixa para empurrá-la, a caixa se moverá:

- A) Com o dobro da velocidade constante “ $v_0$ ” da questão anterior.
- B) Com uma velocidade constante maior do que a velocidade “ $v_0$ ” da questão anterior, mas não necessariamente duas vezes maior.
- C) Inicialmente com uma velocidade constante maior do que a velocidade “ $v_0$ ” da questão anterior e, depois, com uma velocidade que vai aumentando.
- D) Inicialmente com uma velocidade crescente e, depois, com uma velocidade constante.
- E) Com uma velocidade que vai crescendo continuamente.

27. Se a mulher da questão 25 de repente parar de aplicar uma força horizontal na caixa, então a caixa:

- A) Parará imediatamente.
- B) Continuará a mover-se com uma velocidade constante por algum tempo, depois vai movendo-se mais devagar até parar.
- C) Começará imediatamente a se mover mais devagar até parar.
- D) Continuará a mover-se a uma velocidade constante.
- E) Aumentará a sua velocidade durante algum tempo, depois vai se movendo mais devagar até parar.

28. Na figura à direita, o estudante “a” tem uma massa de 95 kg e o estudante “b” tem uma massa de 77 kg. Eles sentam-se um em frente ao outro em cadeiras de escritório idênticas.

O estudante “a” coloca os seus pés descalços sobre os joelhos do estudante “b”, como mostrado na figura. De repente, o estudante “a” dá um empurrão com os pés, fazendo com que ambas as cadeiras se movimentem.



Durante o impulso e enquanto os estudantes ainda estiverem tocando um no outro:

- (A) Nenhum dos estudantes exerce força no outro.
- (B) O estudante “a” exerce uma força sobre o estudante “b”, mas o estudante “b” não exerce nenhuma força sobre o estudante “a”.
- (C) Cada estudante exerce uma força no outro, mas o estudante “b” exerce a maior força.
- (D) Cada estudante exerce uma força no outro, mas o estudante “a” exerce a maior força.

(E) Cada estudante exerce a mesma força um no outro.

**29.** Uma cadeira do escritório vazia está em repouso no chão. Considere as seguintes forças:

1. Uma força para baixo devido à gravidade.
2. Uma força para cima exercida pelo chão.
3. Uma força para baixo exercida pelo ar.

Qual(quais) força(s) está(estão) agindo na cadeira do escritório?

- A) 1 somente.
- B) 1 e 2.
- C) 2 e 3.
- D) 1, 2 e 3.

E) Nenhuma das forças (uma vez que a cadeira está em repouso, não há nenhuma força agindo sobre ela).



**30.** Apesar de um vento muito forte, um jogador de tênis consegue bater uma bola de tênis com a sua raquete, de modo que a bola passe sobre a rede e acerte o campo do seu adversário. Considere as seguintes forças:

1. Uma força para baixo devido à gravidade.
2. Uma força devida à "raquetada".
3. Uma força exercida pelo ar.

Qual(quais) força(s) acima está(estão) agindo na bola de tênis após ela perder o contato com a raquete e antes de tocar a quadra do adversário?

- A) 1 somente.
- B) 1 e 2.
- C) 1 e 3.
- D) 2 e 3.
- E) 1, 2 e 3.

## APÊNDICE B – HISTÓRIA EM QUADRINHOS UTILIZADA NAS AULAS DAS SEMANAS 10 E 11



## ANEXO A – QUESTÕES NORTEADORAS PARA AS DISCUSSÕES REALIZADAS NAS AULAS DAS SEMANAS 10 E 11

### **Texto 1: A maçã de Newton: Histórias, Lendas e Tolices**

Questões norteadoras para discussão

- Quais as contribuições ou implicações do uso de anedotas para o Ensino de Física?
- Qual visão de Física predomina entre os estudantes (Ensino Médio)? O uso de anedotas contribui para amenizar ou reforçar essa visão? Explique.
- É importante discutir sobre a História da Ciência na formação docente? Por quê?
- O texto discute sobre a construção do conhecimento científico. O que você entende sobre isso? O texto auxiliou em algum aspecto? Explique.
- Explique a concepção Newtoniana de Força.
- Sobre o conceito de força, como Newton chegou à definição? Há relação com a História? Explique.
- Quais as implicações da visão Newtoniana para a Ciência?
- Destaque pontos interessantes ou que geraram dúvidas no texto.
- Relacione o texto com a História em Quadrinhos apresentada.

### **Texto 2: Física Aristotélica: Por que não considerá-la no Ensino de Mecânica?**

Questões norteadoras para discussão

- Como a História da Ciência é apresentada em livros didáticos ou pelo professor, em sala de aula? Isso ajuda ou dificulta a aprendizagem? Por quê?
- É importante discutir sobre a História da Ciência? Por quê?
- Explique a visão aristotélica a respeito de força e movimento.
- Como ele chegou a estas conclusões?
- Quais as implicações desta visão? (Social, cultural e histórica)
- Essa visão foi importante? Por quê?
- Podemos relacionar o texto com a construção do conhecimento científico? De que forma? Explique.
- Discussões sobre o pensamento aristotélico de força e movimento podem contribuir para a formação docente? Por quê?
- Vocês identificam algum ponto da visão de Aristóteles que julguem como plausível? Qual? Explique.
- Relacione o texto com a História em Quadrinhos apresentada.

### **Texto 3: Análise da relação entre força e movimento em uma revista de divulgação científica**

Questões norteadoras para discussão

- Como o artigo aborda a questão das concepções prévias?
- Você conhece essa revista? Ela é destinada a que tipo de público?
- A revista contribui para que seus leitores aprendam conceitos científicos? Por quê?
- Levante pontos positivos e negativos a respeito da revista.
- Discuta sobre a categorização utilizada pelos autores: aristotélica, ímpetus inicial, ímpetus médio, ímpetus avançado e newtoniana.
- Há relação entre essas categorias? Quais?
- Podemos estabelecer alguma relação dessas categorias com a História da Ciência? Explique.
- Procure relacionar o texto com a História em Quadrinhos apresentada.

## ANEXO B – ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. Em que ano você ingressou na universidade?
2. No momento do ingresso você optou diretamente na licenciatura?
3. Quais os motivos que levaram você a fazer essa escolha?
4. Como as disciplinas de conteúdo específico de Física (Física Básica Teórica, Física experimental, etc) vem contribuindo para a sua formação como docente? Especifique buscando aspectos favoráveis e desfavoráveis a respeito das disciplinas.
5. Quantas vezes você cursou a disciplina de Física teórica I?
6. Com relação a sua aprendizagem dos conceitos físicos na disciplina de Física teórica I, você considera que foi satisfatório, boa razoável, baixo ou insuficiente?
7. Você acredita que poderia ter aprendido mais?
8. Com relação às concepções de força que nós discutimos a gente durante a disciplina, você consegue identificar alguma que estava presente nas suas respostas no questionário inicial?  
(Caso o licenciando não lembre, serão fornecidas algumas opções)
9. Você acredita que é possível discutir sobre essas concepções? De que maneira?
10. Em seu ponto de vista que fatores podem contribuir para a existência de diferentes concepções sobre o conceito de força? Por que elas resistem após os estudantes terem cursado a disciplina de Física?
11. Que atitude um professor deve adotar para discutir essas concepções com seus alunos?
12. Com relação à disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I. Você considera importante discutir sobre essas concepções do conceito de força durante a formação? Por quê?
13. Na sua visão, como a disciplina abordou essas questões?
14. Com relação a alguns materiais que foram utilizados durante a disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I: Serão apresentadas algumas opções e peço que você me explique se considera (ou não) e por que motivo esse material foi relevante no processo de discussão das concepções a respeito do conceito de força.

15. Você mudaria ou acrescentaria algo na disciplina com o intuito de potencializar as discussões?
16. Imagine uma situação futura em que você (professor) percebe que seus alunos apresentam diferentes concepções a respeito de um conceito, o que que você faria? Qual seria a sua atitude?
17. As atividades desenvolvidas na disciplina influenciaram no seu interesse em ser professor? De que maneira?