

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE - UERN
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - UFERSA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO NORTE - IFRN

MARIA DAS DORES MESSIAS DE SOUSA

**PERFIL CONCEITUAL DE FORÇA: UMA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES
DISCURSIVAS EM SALA DE AULA COM O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS**

MOSSORÓ-RN
2022

MARIA DAS DORES MESSIAS DE SOUSA

**PERFIL CONCEITUAL DE FORÇA: UMA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES
DISCURSIVAS EM SALA DE AULA COM O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS**

Dissertação a ser apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ensino (POSENSINO), da associação ampla entre a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências para obtenção do título de mestre em Ensino.

Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências Naturais, Matemática e Tecnologias

Orientador: Dr. Marcelo Nunes Coelho

MOSSORÓ
2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Biblioteca IFRN – Campus Mossoró

- S725 Sousa, Maria das Dores Messias de.
Perfil conceitual de força : uma análise das interações discursivas em sala de aula com o uso de metodologias ativas / Maria das Dores Messias de Sousa. – Mossoró, RN, 2022.
118 f.
- Dissertação (Mestrado em Ensino) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2022.
Orientador: Dr. Marcelo Nunes Coelho.
1. Perfil conceitual de força. 2. Metodologias ativas. 3. Unidades de aprendizagem ativa. I. Título.
- CDU: 37.022

MARIA DAS DORES MESSIAS DE SOUSA

**PERFIL CONCEITUAL DE FORÇA: UMA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES
DISCURSIVAS EM SALA DE AULA COM O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS**

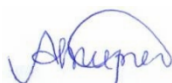
Dissertação de mestrado apresentada à banca examinadora constituída pelo programa de Pós-Graduação em Ensino, da associação UERN/IFRN/UFERSA, requisito para obtenção de título de mestre em Ensino. Área de Concentração: Ensino na Escola Pública, Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências Naturais, Matemática e Tecnologias.

Dissertação defendida e aprovada em 02/12/2022, pela seguinte Banca Examinadora:



Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho – Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN



Prof. Dr. Albino Oliveira Nunes – Examinador Interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN



Prof. Dr. Agmael Mendonça Silva – Examinador Externo
Universidade Estadual do Piauí - UESPI

Dedico esta dissertação à minha mãe, Berenice, e ao meu filho, Thiago Lívio, com todo o meu amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu guia, pela oportunidade de realizar este sonho. Somente Ele sabe, intimamente, de todos os momentos que vivi para chegar até aqui. A Ele, toda honra e toda glória.

Ao Prof. Dr. Marcelo Coelho, por ter sido o melhor orientador que eu poderia ter. Sou extremamente grata pelo acolhimento, pela atenção e paciência. Faltam-me palavras para expressar a admiração que sinto pelo profissional humano e dedicado que és. A forma como fui orientada para produzir esta dissertação me marcou profundamente. Obrigada, por tudo!

Um agradecimento especial a minha mãe, Berenice, que sonhou junto comigo essa conquista e acompanhou cada passo dela. Com a chegada do meu filho, durante o mestrado, ela foi o meu braço forte. Obrigada, mãe, sem o seu amor e cuidado com o meu filho, eu não teria como dar continuidade. Eu te amo, minha amiga fiel!

Ao meu pai, Francisco, por tudo que fez e faz por mim. Deus te abençoe, meu pai, eu te amo!

Ao meu irmão, Marcelo, por ser benção na minha vida. Sempre presente nos altos e baixos, me ajudando no que fosse possível. Quem o tem na vida, tem tudo. Te amo, meu irmão!

Ao meu marido, Carlos Júnior, por tantos motivos que não caberiam aqui. Perdi as contas de quantas vezes fez comida pra mim e tantas outras tarefas para que eu tivesse mais tempo para estudar. Isso foi muito importante pra mim. Seu amor, apoio e compreensão nos momentos de ausência, foram fundamentais. Obrigada por cuidar tão bem de mim, da nossa família. Eu te amo demais!

Ao meu filho, Thiago Lívio, que nasceu durante a realização deste trabalho e, desde então, se tornou a minha principal fonte de inspiração. Em alguns momentos, foi muito difícil não dar colo em prol da conclusão da pesquisa, mas vivemos um dia de cada vez e, hoje, posso dizer: a mamãe concluiu, meu amor! Você é meu presente de Deus!

Aos alunos participantes da pesquisa, que gentilmente se dispuseram a colaborar. Muito obrigada!

A minha prima e amiga Renata, por ter me ajudado quando precisei.

A minha amiga Carmem, pela torcida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO) e as instituições que o promovem, em especial ao IFRN e aos professores que compartilharam seus saberes e sempre proporcionaram um ambiente agradável e solícito. A todos o meu respeito e admiração.

Aos colegas do mestrado: Francisco, Lucas, Sabrina, Bruno, Adam, Sarita, Izabel e Tayrine. O convívio foi pouco, mas cada um contribuiu em algo durante a caminhada.

A todos, minha sincera gratidão!

RESUMO

A noção de perfil conceitual, proposta por Mortimer (1995), permite ao sujeito atribuir diferentes significados a um determinado conceito. Nesse sentido, a presente pesquisa busca analisar a evolução do perfil conceitual de força de alunos da 1ª série do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, da cidade de Mossoró/RN, quando submetidos a uma sequência didática, baseada em metodologias ativas no discurso de sala de aula. Como ponto de partida, realizamos um estado do conhecimento, a partir de dissertações e teses - do Catálogo de Teses e Dissertações da Capes - sobre perfil conceitual de pesquisas realizadas nas séries finais do ensino fundamental, médio e superior na área do Ensino de Ciências, em especial na área de Ensino de Física, no âmbito das pós-graduações brasileiras. Posteriormente, realizamos a ampliação do estado do conhecimento, com um novo levantamento, desta vez, no Portal de Periódicos CAPES e SciELO. Isso posto, integramos o modelo de perfil conceitual à ferramenta da estrutura analítica do discurso, idealizada por Mortimer e Scott (2002; 2003) e aplicada por Amaral e Mortimer (2007), possibilitando para este estudo o acompanhamento das interações e da dinâmica do perfil conceitual, apresentadas pelos alunos participantes, a partir da avaliação de suas zonas do perfil ao longo da produção e troca dialógica de significados do conceito em questão. A coleta de dados foi feita por meio de questionários (pré e pós-testes), que foram categorizados de acordo com as oito zonas do perfil conceitual de força estabelecidas por Radé (2005), anotações em diário de bordo, em virtude das observações feitas durante as aulas e vídeo-gravações das aulas. Estas se desdobraram em mapas de atividades, que contribuíram para a seleção e análise dos episódios de ensino. Com os resultados alcançados, inferiremos que a proposta de ensino baseada em metodologias ativas favoreceu as interações e a evolução do perfil conceitual do conceito físico de força em sala de aula.

Palavras-chave: Perfil conceitual de força. Metodologias ativas. Unidades de aprendizagem ativa. Análise do discurso em sala de aula. Abordagens comunicativas em sala de aula.

ABSTRACT

The notion of conceptual profile, proposed by Mortimer (1995), allows the subject to attribute different meanings to a given concept. In this sense, the present research seeks to analyze the evolution of the conceptual profile of strength of students in the 1st grade of high school at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte - IFRN, in the city of Mossoró/RN, when submitted to a didactic sequence, based on active methodology in classroom discourse. As a starting point, we carried out a state of knowledge, based on dissertations and theses - from the Capes Theses and Dissertations Catalog - on the conceptual profile of research carried out in the final grades of elementary, secondary and higher education in the area of Science Teaching, especially in the area of Physics Teaching, within the scope of Brazilian postgraduate courses. Subsequently, we carried out the expansion of the state of knowledge, with a new survey, this time on the CAPES and SciELO Journals Portal. That said, we integrated the conceptual profile model to the discourse analytical structure tool, idealized by Mortimer and Scott (2002; 2003) and applied by Amaral and Mortimer (2007), allowing for this study to follow the interactions and dynamics of the profile. concept, presented by the participating students, from the evaluation of their profile zones throughout the production and dialogic exchange of meanings of the concept in question. Data collection was carried out through questionnaires (pre and post-tests), which were categorized according to the eight zones of the conceptual strength profile established by Radé (2005), notes in a logbook, due to the observations made during classes and video recordings of the classes. These unfolded into activity maps, which contributed to the selection and analysis of teaching episodes. With the results achieved, we will infer that the teaching proposal based on active methodology favored interactions and the evolution of the conceptual profile of the physical concept of force in the classroom.

Keywords: Conceptual profile of strength. Active methodologies. Active learning units. Discourse analysis in the classroom. Communicative approaches in the classroom.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição dos resultados	42
Quadro 2 - Separação das categorias	43
Quadro 3 - Descrição das pesquisas a serem analisadas	43
Quadro 4 - Descrição dos artigos a serem analisados	58
Quadro 5 - Classificação dos artigos analisados	63
Quadro 6 - Aspectos da análise do discurso desenvolvidos por Mortimer e Scott (2002; 2003)	72
Quadro 7 - Classes de abordagem comunicativa segundo Mortimer e Scott (2003)	73
Quadro 8 - Categorias para a caracterização de padrões de interação em sala de aula	74
Quadro 9 - Representação de um mapa de atividade de uma determinada aula	77
Quadro 10 - Representação de um episódio de ensino	77
Quadro 11 - Representação de síntese da análise de episódio de ensino	77
Quadro 12 - Zonas do perfil conceitual de força emergidas nas respostas dos alunos participantes	79
Quadro 13 - Respostas obtidas na questão cinco do pré-teste	81
Quadro 14 - Respostas obtidas na questão seis do pré-teste	82
Quadro 15 - Respostas obtidas na questão sete do pré-teste	82
Quadro 16 - Respostas obtidas na questão nove do pré-teste	83
Quadro 17 - Respostas obtidas na questão dez do pré-teste	84
Quadro 18 - Representação de um mapa de atividade do primeiro encontro	87
Quadro 19 - Representação do episódio 1	88
Quadro 20 - Síntese da análise de episódio de ensino 1	89

Quadro 21 - Representação de um mapa de atividade do segundo encontro	89
Quadro 22 - Síntese da análise de episódio de ensino 2	91
Quadro 23 - Zonas do perfil conceitual de força emergidas nas respostas dos alunos participantes	93
Quadro 24 - Respostas obtidas na questão dois do pós-teste	95
Quadro 25 - Respostas obtidas na questão três do pós-teste	96
Quadro 26 - Respostas obtidas na questão cinco do pós-teste	96
Quadro 27 - Respostas obtidas na questão seis do pós-teste	97
Quadro 28 - Respostas obtidas na questão onze do pós-teste	97
Quadro 29 - Respostas obtidas na questão doze do pós-teste	99
Quadro 30 - Respostas obtidas na questão catorze do pós-teste	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de um dos cartões <i>Plicker</i> entregues aos alunos para a coleta das respostas dos testes conceituais.	40
Figura 2 - Apresentação dos perfis conceituais individuais dos alunos participantes do pré-teste.	85
Figura 3 - Apresentação dos perfis conceituais individuais dos alunos participantes do pós-teste.	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Zonas e concepções do perfil conceitual de força

68

SUMÁRIO

<u>1</u>	<u>INTRODUÇÃO</u>	13
<u>2</u>	<u>REFERENCIAL TEÓRICO</u>	16
<u>2.1</u>	<u>CONSIDERAÇÕES SOBRE A APRENDIZAGEM E O ENSINO DE CIÊNCIAS</u>	16
<u>2.2</u>	<u>COMPATIBILIDADE ENTRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O CONHECIMENTO COTIDIANO: TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</u>	22
<u>2.3</u>	<u>INCOMPATIBILIDADE ENTRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O CONHECIMENTO COTIDIANO: MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL</u>	23
<u>2.4</u>	<u>INTEGRAÇÃO HIERÁRQUICA ENTRE CONHECIMENTO COTIDIANO E CIENTÍFICO: MODELO DE EVOLUÇÃO DO PERFIL CONCEITUAL</u>	26
<u>2.5</u>	<u>PERFIL CONCEITUAL</u>	28
<u>2.6</u>	<u>ALGUMAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DO CONCEITO FÍSICO DE FORÇA</u>	30
<u>2.6.1</u>	<u>Força e movimento</u>	31
<u>2.6.2</u>	<u>Ação e reação</u>	32
<u>2.6.3</u>	<u>Gravidade</u>	34
<u>2.7</u>	<u>UM PERFIL CONCEITUAL DE FORÇA</u>	35
<u>2.8</u>	<u>METODOLOGIAS ATIVAS</u>	36
<u>2.9</u>	<u>UNIDADES DE APRENDIZAGEM ATIVA</u>	38
<u>3</u>	<u>ESTADO DO CONHECIMENTO DAS PESQUISAS SOBRE PERFIL CONCEITUAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS</u>	41
<u>3.1</u>	<u>UM LEVANTAMENTO FEITO COM BASE EM DISSERTAÇÕES E TESES</u>	41
<u>3.1.1</u>	<u>Discutindo o estado do conhecimento</u>	42
<u>3.1.2</u>	<u>Apresentação e análise dos trabalhos</u>	44
<u>3.2</u>	<u>UM LEVANTAMENTO FEITO COM BASE EM ARTIGOS</u>	57
<u>3.2.1</u>	<u>Discutindo o estado do conhecimento</u>	58
<u>3.2.2</u>	<u>Apresentação e análise dos artigos</u>	58
<u>4</u>	<u>METODOLOGIA</u>	66
<u>4.1</u>	<u>CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA</u>	66
<u>4.2</u>	<u>SUJEITOS E CONTEXTO DA PESQUISA</u>	67
<u>4.3</u>	<u>PROCEDIMENTOS DA PESQUISA</u>	67
<u>4.3.1</u>	<u>Pré e Pós-testes</u>	67
<u>4.3.2</u>	<u>Análise dos dados dos questionários</u>	68
<u>4.3.3</u>	<u>Estudo qualitativo da dinâmica discursiva</u>	70
<u>4.3.3.1</u>	<u>Estrutura analítica do discurso</u>	71

<u>4.3.3.2</u>	<u>Análise dos dados do discurso</u>	75
<u>5</u>	<u>RESULTADOS E DISCUSSÕES</u>	79
<u>5.1</u>	<u>QUESTIONÁRIO – PRÉ-TESTE</u>	79
<u>5.2</u>	<u>ANÁLISE DO DISCURSO</u>	86
<u>5.2.1</u>	<u>Análise da intervenção pedagógica</u>	86
<u>5.2.1.1</u>	<u>Primeiro encontro</u>	86
<u>5.2.1.2</u>	<u>Segundo encontro</u>	90
<u>5.3</u>	<u>QUESTIONARIO – PÓS-TESTE</u>	94
	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	103
	<u>REFERÊNCIAS</u>	104
	<u>APÊNDICE 1</u>	112
	<u>ANEXO 1 – QUESTIONARIO</u>	116

1 INTRODUÇÃO

Ensinar ciências na sociedade atual é bem mais complexo do que se imagina, uma vez que os desafios enfrentados fazem parte do nosso cotidiano e estão presentes nas salas de aulas. Em virtude disso, diversas pesquisas realizadas sobre o ensino de ciências têm discutido sobre algumas dificuldades que a maioria dos estudantes enfrentam e que, consequentemente, tem comprometido direta e indiretamente o processo de aprendizagem dos conteúdos científicos.

Neste cenário, o professor se vê acompanhado de um sentimento de frustração e desapontamento ao perceber que os alunos têm aprendido cada vez menos e, consequentemente, o interesse em estudar e compreender esses conteúdos também se tornam cada vez menor. “Assim é percebido e vivenciado por muitos professores de ciências em seu trabalho cotidiano, e é isso que mostra inúmeras pesquisas: a maioria dos alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada” (POZO; CRESPO, 2009, p. 15).

No que diz respeito ao ensino de Física, é evidente que este também venha sendo atingido, sobretudo, quando o seu ensino é caracterizado por um modelo considerado tradicional, em que os alunos, passivamente, apenas observam e decoraram fórmulas, leis e teorias. “O resultado desse ensino é que os alunos, em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, geram uma indisposição tão forte que chegam a dizer, metaforicamente, que ‘odeiam’ a Física” (MOREIRA, 2018, p.73).

Tendo em vista esse cenário, a maioria dos alunos apresenta ter bastante dificuldade em aprender os conteúdos de física, bem como, aplicá-los em situações cotidianas, o que ocasiona, consequentemente, a sua desmotivação/desinteresse por não compreenderem os conteúdos desta disciplina. Fato que nos remete que o ensino tradicional, caracterizado por aulas expositivas, consideradas exaustivas, já não se adequa a escola e alunos da sociedade contemporânea.

Logo, acredita-se ser de fundamental importância que o professor saiba o que o aluno pensa a respeito de determinado conteúdo, considerando que isto pode, sim, contribuir na organização do conteúdo, possibilitando ao professor procurar novas metodologias e recursos para dinamizar e tornar as aulas de física mais atraentes e relacionadas ao cotidiano e vivências dos alunos, tendo em vista que práticas que despertem o interesse e levem o aluno a interagir com os conteúdos abordados dentro da sala de aula, tem muito a contribuir para

facilitar o processo de ensino e aprendizagem mudando a forma como os discentes enxergam esse componente curricular.

Nesse sentido, diversos trabalhos presentes na literatura enfatizam a ideia de os estudantes apresentarem suas próprias ideias no ambiente escolar. Estas, por sua vez, são consideradas como concepções alternativas. A partir disso, surgiram várias propostas para a área do ensino de ciências a fim de estabelecer um modelo de ensino relacionado a aprendizagem do conhecimento científico para que os estudantes pudessem, de fato, adquirir e dominar os conceitos cientificamente aceitos.

Portanto, buscando amenizar os impasses da conduta tradicional de ensino, nos empenharemos na observação de uma proposta de ensino voltada para a utilização de metodologias ativas, as quais fornecem aos alunos a oportunidade de participarem ativamente do processo de ensino e aprendizagem, tornando-se protagonistas da construção do seu próprio conhecimento (SANTOS, 2017).

Salientamos que, neste trabalho, discutiremos algumas hipóteses apresentadas por Pozo e Crespo (2009), a saber: i) o modelo de ensino por compatibilidade, na qual será analisada a compatibilidade entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano que amparam a teoria da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980) ii) o modelo de ensino por incompatibilidade entre o conhecimento científico e o cotidiano, que ampara o modelo de mudança conceitual (POSNER *et al.*, 1982) e iii) a integração hierárquica entre o conhecimento cotidiano e científico que ampara o modelo de evolução do perfil conceitual (MORTIMER, 1995). Este último modelo será utilizado como principal ferramenta para a realização deste trabalho, que será integrada à estrutura analítica do discurso idealizada por Mortimer e Scott (2002; 2003) englobada em suas três dimensões referente a interação entre os estudantes e professor: o foco de ensino, as abordagens comunicativas e as ações.

É importante destacar que na teoria do perfil conceitual, modelo proposto por Mortimer (1995), é defendida a existência de diferentes formas de compreensão de um determinado conceito, e que estas diferentes formas de compreender o conceito em questão são as que compõem as zonas do perfil conceitual, que por sua vez estão associadas a supostos implícitos epistemológicos e ontológicos (e axiológicos, segundo (MATTOS, 2014)). Este modelo também passou a ser utilizado na análise do processo de construção de significados no ambiente social (sala de aula de ciências) no decorrer das interações discursivas não só entre o professor e os estudantes como também entre os próprios estudantes. Amaral e Mortimer (2007), por exemplo, apresentam a aplicação desta proposta

em um estudo realizado para avaliar a utilização de um perfil conceitual (entropia e espontaneidade) como instrumento de análise do discurso em sala de aula.

Diante disso, surge a questão que orienta este trabalho, a saber: É possível que uma proposta de ensino baseada em metodologias ativas favoreça as interações e a evolução do perfil conceitual do conceito físico de “força” em sala de aula? Para responder a esse questionamento, traçamos o seguinte objetivo geral: Analisar a evolução do perfil conceitual de força de alunos submetidos a uma sequência didática baseada em metodologias ativas no discurso de sala de aula. Para viabilizar esse objetivo, compomos também objetivos específicos: i) realizar uma revisão bibliográfica – Estado do conhecimento - sobre o perfil conceitual na pesquisa em ensino de ciências no Brasil; ii) conhecer e analisar o perfil conceitual prévio, do conceito físico de força, de alunos da primeira série do ensino médio; iii) observar a aplicação de uma sequência didática - Unidade de Aprendizagem Ativa (UAA) – na disciplina de Física; iv) avaliar as interações discursivas e verificar a evolução do perfil conceitual de força a partir da sequência didática – Unidade de Aprendizagem Ativa (UAA).

Para justificar esse empreendimento, realizamos um levantamento no Banco de Teses e Dissertações da Capes. É possível dizer que a realização deste levantamento surgiu do interesse em compreender o estado do conhecimento sobre perfil conceitual nas pesquisas realizadas em Ensino de Ciências, em especial na área de Ensino de Física, no âmbito das pós-graduações brasileiras, uma vez que este tipo de levantamento busca fornecer uma visão mais ampla do uso dessa concepção em temas relacionados com o processo de ensino e aprendizagem dentro dessas áreas.

Em relação aos resultados, encontram-se descritos detalhadamente no capítulo específico (capítulo 3 desta pesquisa). Neste sentido, acreditamos que com os resultados obtidos neste levantamento, teremos construída uma base de apoio para a elaboração de pesquisas que possuem temas ligados a essa temática. Frente ao exposto e por entender o poder explicativo desse referencial teórico, consideramos relevante o trabalho ora apresentado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A APRENDIZAGEM E O ENSINO DE CIÊNCIAS

A partir da década de 1970, diversos trabalhos foram realizados com o pressuposto de discutir a relação entre o senso comum e o conhecimento científico nos indivíduos inseridos no contexto escolar, independente da área ou grau. Outros termos utilizados na literatura para representar tais concepções são: concepções prévias, concepções espontâneas, concepções alternativas, concepções errôneas, conceitos intuitivos, ideias ingênuas e pré-conceitos (TEODORO, 2000).

No contexto escolar de ciências, as concepções alternativas podem ser compreendidas como os conhecimentos que os alunos detêm sobre as características naturais e que, muitas vezes, não estão de acordo com os conceitos cientificamente aceitos, como as teorias e leis que servem para descrever o mundo.

O pesquisador David Paul Ausubel¹ desenvolveu a teoria da Aprendizagem Significativa. Sua teoria está diretamente associada com o aprendizado desenvolvido no contexto escolar e tem como principal objetivo identificar como acontece a organização das ideias prévias dos estudantes e as suas relações recíprocas com os novos conhecimentos (MOREIRA, 2010).

De acordo com Ausubel (1980), a construção do conhecimento, por parte do estudante, não tem origem em um vazio cognitivo (o aprendiz não é uma folha em branco), mas a partir de situações nas quais o indivíduo tem a possibilidade de associar de maneira substantiva e não-arbitrária os conhecimentos novos e os conhecimentos prévios. Para ele, o aluno tem uma estrutura cognitiva repleta de conceitos que devem ser utilizados como âncora para a construção de sentido do conceito novo que se deseja aprender.

Ao processo de aprendizagem que acontece nestes termos, Ausubel denominou Aprendizagem Significativa. Para Moreira (2011, p. 13)

Aprendizagem Significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a

¹ Estudou Medicina e Psicologia. Dedicou sua vida acadêmica a Psicologia Educacional e publicou seus primeiros estudos sobre a teoria da aprendizagem significativa em 1963 intitulado: *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* (MOREIRA, 2010).

interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Pode-se dizer que os indivíduos nascem e, quando iniciam o processo de adaptação social, enfrentam inúmeros desafios para se adaptar ao mundo, não apenas para sobreviver, mas também para compreender o meio em que vivem. Por meio das experiências adquiridas no seu universo vivencial, este indivíduo constrói uma visão de mundo, ou seja, constrói representações a respeito dos eventos que ocorrem ao seu redor. Sendo assim, não podemos ignorar que os alunos já possuem conhecimentos prévios e que estes não podem ser descartados tendo em vista que apresentam características que devem ser consideradas no processo de ensino e aprendizagem. Para Ausubel, “o conhecimento prévio é [...] a variável isolada mais importante para a Aprendizagem Significativa de novos conhecimentos” (MOREIRA, 2011, p. 23).

Ao desenvolver sua ideia, Ausubel (1980) destaca duas condições que são indispensáveis para a efetivação de uma aprendizagem significativa: i) o sujeito precisa ter uma disposição para aprender significativamente; e ii) o material de ensino deve ser potencialmente significativo. A primeira condição quer dizer que o aluno precisa estar predisposto a dar significado aos conhecimentos novos. Para ele, se o aluno não tiver motivação para aprender significativamente, o processo de aprendizagem será puramente mecânico e a aprendizagem memorística. Este tipo de aprendizagem traz consigo inúmeros malefícios para o desenvolvimento e internalização de conteúdo por parte dos estudantes. A segunda condição implica, em última instância, que o material de ensino deve ser o mais próximo do que se poderia chamar personalizado. Isso significa que o material deve fornecer a maior quantidade de meios possíveis para que o discente associe o conhecimento novo, cientificamente aceito, ao conhecimento prévio existente. É óbvio que a ideia de material potencialmente significativo é relativa. O que é potencialmente significativo para um determinado aluno pode não possuir significado nenhum para outro.

Em outras palavras, para que a Aprendizagem Significativa ocorra, o aluno deve ser orientado a relacionar o conteúdo estudado com os conhecimentos que já dispõe (elementos de uma estrutura cognitiva²). Por meio desta interação entre o novo e o prévio, a estrutura cognitiva do aluno se modifica, adequando-se à concepção nova, bem como o novo conhecimento adquire o significado desejado.

² Denominados por Ausubel como subsunçores (MOREIRA, 2010).

Para Moreira (2011, p. 20), essa modificação da estrutura cognitiva e consequente atribuição de significado do novo conceito acontece por meio de dois processos distintos, a saber: a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora*. Diz-se que diferenciação progressiva: “[...] é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos (MOREIRA, 2011, p. 20)”.

Nestes termos, a diferenciação progressiva é o processo por meio do qual o conhecimento prévio se enriquece e se diferencia, ganhando significados novos a cada interação. Já a reconciliação integradora: “[...] é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2011, p. 11)”. É por meio desse processo que conceitos aparentemente distintos se unem sob um mesmo construto.

Contudo, a despeito dos trabalhos de Ausubel, “quando os alunos tentam compreender uma nova situação a partir de seus conhecimentos prévios, o que muda é essa nova informação, que é interpretada em termos de conhecimentos prévios, sem que eles sofram praticamente nenhuma modificação” (Pozo e Crespo, 2009, p. 88). Tal fenômeno acontece com mais frequência do que se desejaria ou do que seria possível extrair dos ensinamentos de Ausubel.

Seguindo este ponto de vista, surgem perguntas relacionadas ao “como desenvolver o processo de ensino e aprendizagem em um indivíduo que já possui significados internalizados para a maioria dos objetos estudados pela ciência?”, uma vez que, tais concepções prévias passam a ser consideradas como a principal barreira do ensino de ciências por apresentarem indícios tão resistentes a mudança.

No que diz respeito ao ensino de ciências, um dos principais objetivos é fazer com que os alunos adquiram e dominem os conceitos cientificamente aceitos. De acordo com os autores Pozo e Crespo (2009, p. 82), “uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado um material ou uma informação que lhe é apresentada, ou seja, quando ‘compreende’ esse material; e compreender seria equivalente, mais ou menos, a traduzir algo para as suas próprias palavras”.

Assim sendo, a tentativa de conduzir um processo de Aprendizagem Significativa leva, muito frequentemente, a uma ressignificação do conceito novo nos termos dos conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva do aluno. Isso se deve ao fato de que, dada a

estabilidade da estrutura cognitiva do aprendiz, adaptá-la ou acomodá-la ao conceito novo seria como abalar as colunas de um edifício atacando-as com uma pequena pedra.

A partir desta problemática, estudos começaram a apresentar que a tentativa de apoiar o conhecimento novo nos conhecimentos prévios do aluno, muitas vezes, acabava gerando um efeito contrário. Logo, em vez de o aluno enriquecer sua estrutura cognitiva, absorvendo o conceito novo e remodelando sua estrutura cognitiva, acabava acontecendo o contrário. Devido a estabilidade da sua estrutura cognitiva as concepções acabavam por mudar o conceito novo, então, conseqüentemente, o aluno não aprendia o conteúdo estudado, pois “qualquer ideia nova que é acomodada pode, potencialmente, modificar toda a estrutura de concepções. No entanto [...] a ecologia conceitual tem um forte poder de redefinir o conceito ou a ideia nova em função de crenças e visões anteriores” (MORTIMER, 2000, p. 37).

Portanto, mesmo que o processo de aplicação da teoria tenha sido desenvolvido de forma correta, os alunos, assim como outro indivíduo, interpretam qualquer situação ou conceito que lhes for apresentado a partir de seus conhecimentos prévios.

Assim, como proposta de substituição à teoria da Aprendizagem Significativa, surgem os estudos sobre mudança conceitual, “entendida como a modificação desses conhecimentos prévios dos alunos” e sua conseqüente substituição pelos conhecimentos cientificamente aceitos.

Saliente-se que as concepções alternativas - conhecimento intuitivo - cotidiano - dos alunos não são meras construções aleatórias. Como destacam Pozo e Crespo (2009, p. 95), elas são,

“[...] ao contrário, [...] o produto de um aprendizado que na maior parte dos casos é informal ou implícito e que tem como objetivo estabelecer regularidades ao mundo, torná-lo mais previsível e controlável. Além disso, boa parte dessas concepções são também um produto cultural, seja porque constituem representações socialmente compartilhadas, seja porque respondem a uma tentativa de dar sentido a atividades culturalmente organizadas”.

Portanto, torna-se necessário buscar compreender a natureza dessas concepções que segundo os autores são baseadas em supostos implícitos³ epistemológicos, ontológicos e conceituais. Estes supostos epistemológicos, ontológicos e conceituais são verdadeiros compromissos que os aprendizes têm para com a sua tentativa de representar a realidade. Eles estão, mesmo que de forma inadvertida e implícita, subjacente a qualquer explicação que eles

³ É importante enfatizar o caráter implícito desses supostos. O aprendiz não tem consciência deles e, portanto, são assumidas de forma acrítica e irrefletida.

possam construir acerca do mundo. Também são o ponto de partida para a tentativa de compreensão de toda explicação que lhes é fornecida.

Dessa forma, é perfeitamente plausível esperar que, caso esses supostos epistemológicos, ontológicos e conceituais não estejam de acordo com aqueles compartilhados pela comunidade científica e suas teorias, eles, de certa forma, acabam dificultando a aprendizagem do que é cientificamente aceito.

É importante perceber que esses resultados, conduzem a uma mudança absurda de perspectiva. Ainda será importante conhecer os conhecimentos prévios dos discentes. Mas, em vez de utilizá-los para ancorar os conhecimentos novos, iremos utilizá-los como meios para tentar explicitar seus supostos implícitos (epistemológicos, ontológicos e conceituais) a fim de que possamos agir no sentido de modificá-los completamente.

É importante destacar que existem diferentes níveis de análise a fim de se estabelecer relações entre os conhecimentos científico e o conhecimento cotidiano. Pode-se analisar as respostas imediatas dos sujeitos, ou pode-se analisar o que dá unidade a essas respostas (teoria de domínio), ou pode-se, ainda, analisar o que dá regularidade às teorias de domínio (teorias implícitas). É nesse último nível onde se encontraram os verdadeiros compromissos epistemológicos, ontológicos e conceituais que o sujeito expressa de forma inconsciente.

Em um nível mais superficial e, portanto, metodologicamente mais acessível e mais fácil de ser explicitado pelo próprio sujeito, estariam as crenças, as previsões, os juízos, as interpretações, etc. [...] para conhecer quais dessas ideias, previsões ou ações possuem um verdadeiro significado, constituindo autênticas alternativas conceituais ao conhecimento científico, é preciso estudá-las não como ideias isoladas, mas como parte de um sistema de conhecimento mais amplo, constituído pelas relações entre essas concepções. [...] As verdadeiras concepções alternativas são produto de uma teoria de domínio, constituída pelo conjunto de representações de diversos tipos ativadas pelos sujeitos diante de contextos pertencentes a um domínio dado. [...] Mas de onde viriam as regularidades das teorias de domínio? [...] seriam organizadas ou estruturadas a partir de uma série de supostos implícitos que constituem [...] uma teoria implícita. (POZO; CRESPO, p. 96-98)

Atentando-se, ao exemplo de quando o aluno é submetido a explicar algum fato do seu cotidiano, nota-se que, na maioria das vezes, mediante suas respostas imediatistas, o mesmo permanece fortemente ligado as suas crenças e previsões, ou seja, o seu conhecimento intuitivo acaba assumindo a interpretação do fato (é esse o nível mais superficial da análise). Pode-se dizer, então, que estas concepções ativadas pelo aluno, em resposta a explicação do fato, são resultadas de suas teorias de domínio (nível intermediário de análise). Contudo,

subjacente às suas explicações e inconscientemente, o sujeito estaria alicerçado em supostos implícitos que seriam o corpo da sua teoria implícita.

Portanto, em vista disso, deve-se entender as teorias implícitas como estruturas que determinam a base das teorias de domínio, visto que as teorias de domínio são teorias não explícitas que os alunos possuem e que são ativadas para explicar problemas específicos de determinados domínios. Estas teorias acabam fazendo com que o aluno acredite que não seja possível explicar um determinado acontecimento – fenômeno – pertencente a um domínio a partir de outro domínio existente.

Então, referente as características da natureza dos supostos epistemológicos, bem como o que dificulta a aprendizagem do conhecimento científico, pode-se dizer, segundo Pozo e Crespo (2009), que, de uma maneira implícita, o conhecimento intuitivo do indivíduo acaba prevalecendo no momento em que busca explicar determinado acontecimento - fenômeno - e esses supostos implícitos c e estão entrelaçados com os seus sentidos. Para melhor compreensão os autores salientam que “[...] as teorias de domínio geradas em cada um desses âmbitos adotariam, de modo implícito, e, portanto, acrítico, a forma desses princípios, seriam *formatadas* de acordo com eles” (id. 2009, p.100).

Por sua vez, os supostos ontológicos têm como principal característica a categorização do mundo. Segundo Chi (1992) organizamos o mundo e o compreendemos de acordo com três categorias fundamentais ontológicas, estas são: matéria, processos e estados mentais. Essas categorias também implicam em categorias menores, pois “se consideramos que uma coisa é matéria, atribuiremos a ela certas propriedades ‘materiais’ (peso, volume, densidade, cor, etc.); [...] supondo que se trata de um objeto existente no mundo” (CHI, 1992 *apud* POZO; CRESPO, 2009).

Assim como os princípios epistemológicos e ontológicos, exige-se também uma mudança relacionada aos princípios conceituais ou, em outras palavras, uma reestruturação do conhecimento cotidiano e científico. Pozo e Crespo (2009) apresentam certas restrições estruturais entre as teorias implícitas e as científicas, que em suma estão relacionadas a dificuldade em compreender problemas em condições de interações. Portanto, pode-se concluir que para uma aprendizagem de conceitos científicos é necessário ultrapassar os supostos implícitos aqui apresentados.

As pesquisas mostram, pois, a existência de uma forte base epistemológica, ontológica e conceitual subjacente às representações de mundo que o sujeito constrói. Não é possível, portanto, negligenciar a importância do conhecimento prévio do aprendiz. Nas palavras dos

autores, “[...] uma das metas essenciais da educação científica deve ser justamente a de favorecer as relações entre as formas de conhecimento cotidiano e de conhecimento científico” (POZO; CRESPO, 2009, p. 117).

Mediante o exposto, na busca em compreender as relações existentes entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano, bem como a maneira de se trabalhar a aprendizagem do conhecimento científico para que, de fato, o aluno consiga aprender ciências, surgiram diferentes concepções, três delas, que destacaremos nas próximas seções, desenvolvidas a partir do ponto de vista cognitivo da aprendizagem e que foram mencionadas por Pozo e Crespo (2009). “Cada uma dessas hipóteses traz implícita uma forma de abordagem diferente e, também, uma concepção diferente da educação científica” (id. 2009, p.120).

2.2 COMPATIBILIDADE ENTRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O CONHECIMENTO COTIDIANO: TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Como discutido anteriormente, os alunos são possuidores de supostos implícitos epistemológicos, ontológicos e conceituais. E, de acordo com a hipótese tratada nesta seção, os supostos pertencentes aos alunos agem como fatores que, por consequência, acabam “formatando” a estrutura cognitiva do aluno, da mesma maneira que acontece com o cientista. Dentro dessa perspectiva, torna-se importante analisar, aqui, a compatibilidade entre o conhecimento científico e o cotidiano, ou seja, o conhecimento desenvolvido e manuseado nos ambientes acadêmicos, e o senso comum.

A hipótese da compatibilidade e acumulação de saberes, defende a ideia de que os produtos do conhecimento cotidiano e científico compartilham da mesma natureza, que não se faz necessário uma mudança conceitual, já que os conhecimentos são cumulativos. Portanto, pode-se dizer que essa compatibilidade possibilita para ambos - aluno e cientista - a construção de suas visões de mundo. Para o aluno, comparado ao cientista, seria como o início do percurso em direção aos conhecimentos cientificamente aceitos.

Mediante o exposto, Pozo e Crespo (2009, p.123) acentuam sobre a aprendizagem, de acordo com a hipótese de compatibilidade entre o conhecimento cotidiano e o científico, que “os alunos aprenderiam ciência agindo como pequenos cientistas e pesquisadores, utilizando recursos cognitivos e estruturas mentais similares aos que um cientista utiliza”. Roden e Ward (2010, p. 19) também acreditam nesta ideia, por isso frisam que

Quando os cientistas trabalham, eles aprendem sobre o mundo usando aspectos do método científico. De maneira semelhante, alunos da pré-escola e alunos maiores aprendem sobre o mundo usando os mesmos métodos básicos. Embora o nível de sofisticação dos testes seja diferente e as ferramentas usadas também o sejam, basicamente, os cientistas e os alunos aprendem sobre o mundo usando os mesmos processos.

De toda forma, é importante ressaltar que esta concepção é alvejada por diferentes pesquisas que a contradizem e afirmam que os saberes cotidianos estão mais afastados do que próximos dos conceitos científicos.

Apoiando-se na ideia de que o pensamento científico, adquirido pelo sujeito no decorrer da sua vida acadêmica, está diretamente entrelaçado com o conhecimento construído pelo indivíduo ao longo das suas vivências sociais, culturais e históricas, ressalta-se que no decorrer do desenvolvimento dos conceitos científicos, são utilizados conhecimentos implícitos, regras heurísticas, inferências, que foram criados a partir do conhecimento prévio do sujeito.

Além disso, é importante destacar, também, que, antes da ciência enquanto conhecimento racional, o homem já tentava responder suas perguntas a partir dos conhecimentos prévios e essas ações demonstram a ligação entre o conhecimento novo e o prévio.

Entretanto, mesmo existindo evidências dessa ligação entre ambos os conhecimentos, foram desenvolvidos, devido as pesquisas que surgiram relacionadas a esse tema, numerosos dados que contradizem a suposição de compatibilidade entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano.

Assim sendo, mesmo com esse paradoxo entre a relação de compatibilidade entre o conhecimento científico e o cotidiano, pesquisas relacionadas à psicologia afirmam que, para concluir essa linha de pensamento, é necessário que seja feita a seguinte afirmação: as pessoas não pensam e agem como cientistas, mas sim os cientistas agem como pessoas (REIS, 1968). Diante disso, conclui-se que sim, há uma relação direta entre os conhecimentos desenvolvidos no sujeito para justificar determinado fato, ação ou objeto, porém, em alguns pontos, esse conhecimento diverge.

2.3 INCOMPATIBILIDADE ENTRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O CONHECIMENTO COTIDIANO: MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL

Como forma de contestar a hipótese anterior, surge a hipótese da incompatibilidade entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano. É nessa hipótese que vai se amparar o modelo de mudança conceitual. Ao contrário da hipótese anterior, considera-se que a estrutura cognitiva do aluno e do cientista possuem formatos incompatíveis, pois utilizam linguagens diferentes, conceitos diferentes e concepções diferentes do que seja a ciência. Para que aconteça o aprendizado científico é imprescindível que os alunos possam experimentar uma mudança dos seus conhecimentos cotidianos, buscando aproximá-los o máximo possível dos conhecimentos científicos. “O conhecimento cotidiano é o ponto de partida, mas não o de chegada” (POZO; CRESPO, 2009, p. 125).

Dessa forma, analisando no contexto educacional dos indivíduos, é necessário que, de acordo com Kuhn (1962), os estudantes mudem radicalmente sua forma de interpretar as coisas, porque do contrário, como ocorre habitualmente, tenderiam a cometer erros conceituais abordados no decorrer de suas formações acadêmicas.

De acordo com essa hipótese, para que o ensino de ciência seja produtivo e os alunos possam se apropriar do conhecimento científico, fica claro a necessidade do aluno se desvincular das suas concepções alternativas e senso comum. Não é tarefa fácil de ser realizada, já que estes conhecimentos fazem parte do indivíduo e são fortalecidas pelas suas vivências, experiências sociais, tradições culturais, etc. Demonstrando que a transição dos conhecimentos cotidianos para o científico requer mais do que um ensino tradicional, pautado na memorização de fatos e conteúdo sem significado. Requer de fato uma mudança conceitual.

Assim, a aprendizagem, neste modelo, se dá por meio da substituição de uma concepção - o conhecimento cotidiano – por outra concepção – o conhecimento científico – na estrutura cognitiva do aluno. Em outras palavras, pode-se dizer que ocorre a partir do conflito entre os supostos implícitos que o aluno possui e o que é cientificamente aceito.

No curso dessa mudança há uma disputa intensa entre a concepção prévia e a nova concepção que se quer fazer aprender. O modelo da mudança conceitual propõe, então, que todo o processo se baseia em uma luta por *status* das concepções. Deve-se fazer reduzir o *status* das concepções prévias ao mesmo tempo em que se fortalece o *status* da concepção cientificamente aceita. Destaca-se, então, que:

O ponto básico do “modelo de mudança conceitual” [...] consiste em afirmar o caráter racional das aprendizagens, isto é, em supor que aprender é tornar-se capaz

de compreender e aceitar ideias, compondo-as com suas concepções anteriores, quando compatíveis, ou escolhendo entre concepções mutuamente inconsistentes, quando isso se mostrar necessário (AGUIAR JUNIOR, 2001).

O modelo propõe, dessa forma, que quatro condições básicas são necessárias para a consecução da mudança conceitual.: i) existir insatisfação com algum conceito existente ii) dispor de uma nova concepção inteligível iii) conceito científico deve parecer plausível iv) o novo conceito deve se mostrar mais frutífero e produtivo (POSNER et al., 1982).

Para os criadores deste modelo, Posner *et al.*, (1982), a anomalia é a principal fonte de insatisfação, considerando que antes de assumir um novo conceito, supõe que o indivíduo experimentou algum tipo de anomalia - tentou assimilar alguma coisa e não conseguiu - fazendo com que ele não consiga dar sentido a nova experiência a partir dos seus conhecimentos prévios. Para que a nova concepção seja inteligível para o indivíduo, é necessário que ele identifique coerência e sentido no novo conceito, que por sua vez, também será plausível para si, apresentando consistência aos seus conhecimentos já possuídos. Em virtude disso, se o indivíduo considerar que a nova concepção o traz benefícios - novas possibilidades - consequentemente será considerada como fértil.

Esta concepção de aprendizagem é, essencialmente, embasada nas ideias epistemológicas de Thomas Kuhn (1962) para quem a ciência progride por meio de intensos e longos períodos de *ciência normal*, sucedidos por períodos de *crise* e inevitável *revolução*. Para Kuhn, a *ciência normal* se caracteriza pela existência de um paradigma que conduz toda a comunidade científica não só na resolução de problemas, mas na sua própria elaboração. A *crise* surge quando o paradigma vigente não consegue mais elaborar e resolver problemas que se apresentem. O sentimento que emerge disso acaba conduzindo a comunidade científica a desenvolver um novo paradigma que irá disputar o posto. A eventual vitória do novo paradigma e a sua adoção pela comunidade científica é a *revolução*.

Dentro da concepção da mudança conceitual, os conhecimentos prévios dos alunos são como a sua *ciência normal*. O papel do ensino, por meio das quatro condições citadas anteriormente (insatisfação com a concepção vigente, plausibilidade, inteligibilidade e fertilidade da nova concepção), é gerar uma *crise* que, pouco a pouco, conduza os alunos à adoção do paradigma cientificamente aceito (caracterizando a *revolução*).

Nesse sentido, o objetivo da educação científica seria o de reduzir o *status* das concepções alternativas e fortalecer o *status* das concepções científicas na estrutura cognitiva do estudante. Entretanto, estudos não encontraram indícios de que as concepções alternativas dos alunos eram, de fato, substituídas. Embora em muitas situações os alunos demonstrassem

compreensão dos conhecimentos científicos, em outras, as suas concepções prévias prevaleciam, bem como destaca Silveira *et al*, (1989 *apud* Harres 1993, p.222), que também apresentam um pensamento sobre as concepções alternativas no contexto escolar quando dizem que

muitos alunos, apesar de, aparentemente, terem "adquirido" concepções científicas, tendo inclusive resolvido muitos problemas, para os quais o domínio destas concepções é supostamente necessário, principalmente em soluções numéricas e literais, em determinadas situações posteriores à instrução, provavelmente volte a apresentar as mesmas concepções alternativas.

Portanto, em contrapartida, referente a este modelo de mudança conceitual como meio para a aprendizagem de ciências, Pozo e Crespo (2009, p. 126) salientam que “talvez a mudança conceitual não implique substituir um conhecimento mais simples, o cotidiano, por outro mais complexo, o científico, e sim adquirir diferentes tipos de conhecimentos ou representações para tarefas ou situações diversas” como é o caso da hipótese discutida na próxima seção.

2.4 INTEGRAÇÃO HIERÁRQUICA ENTRE CONHECIMENTO COTIDIANO E CIENTÍFICO: MODELO DE EVOLUÇÃO DO PERFIL CONCEITUAL

Considerado como o primeiro estágio da hipótese da integração hierárquica, tem-se a ideia de independência ou uso do conhecimento segundo o contexto. De acordo com ela, não é preciso que o aluno ignore os seus conhecimentos comuns e nem há necessidade de uma mudança conceitual. Há, em vez disso, a necessidade de que o sujeito tome conhecimento (explícite), por meio de um processo metacognitivo de seus supostos epistemológicos, ontológicos e conceituais, a fim de que possa decidir quando usar tais conhecimentos de acordo com o que o contexto solicita, aprendendo a ativá-los no momento oportuno.

Em defesa dessa independência entre conhecimento cotidiano e conhecimento científico, DiSessa (1983) expressa, ironicamente, que o único inconveniente da mecânica newtoniana é que não vivemos em um mundo newtoniano. Em vez disso, vivemos em um mundo repleto de atrito, resistências, sem corpos rígidos, etc.

Em outros estudos, Pozo, Crespo e Sanz (1993; 1999), os autores constatarem que, a despeito da especialização em uma ciência, sujeitos continuam apresentando respostas baseadas em concepções não científicas em alguns contextos. Comentários tais como “vendo”

o sol se mover no céu ou que um cobertor “esquenta” seriam, para os autores, atestados de um uso contextual do conhecimento e uma prova do não abandono das concepções alternativas e muito menos de uma substituição pelas concepções científicas (mudança conceitual).

Porém, existem algumas contestações que mostram a dificuldade eminente de se transferir um conhecimento de um contexto para outro, bem como, a dificuldade que estes teriam para separar tais conceitos. “Aprender ciência seria adquirir corpos de conhecimento e formas de raciocínio úteis somente para esse âmbito do saber, que não seriam melhores, nem piores do que as formas de conhecimento cotidiano” (POZO; CRESPO, 2009, p. 120).

Por este motivo, surge a hipótese da integração hierárquica. Para esta hipótese “a ativação contextual de teorias alternativas não é incompatível com a necessidade da mudança conceitual entendida como a construção do conhecimento científico a partir do cotidiano” (POZO; CRESPO, 2009, p. 129). Deste modo, ao invés de separar os conhecimentos cotidianos dos científicos, a ideia é conectá-los, transformando ambos os conhecimentos e refletir sobre as diferenças existentes entre eles, ou seja, qualquer problema poderá ser analisado a partir de diferentes hipóteses e concepções, níveis de investigação e complexidade diversa.

Essa forma de pensar foi defendida por Mortimer (1995) quem, a partir da noção de perfil epistemológico de Bachelard (1940), construiu a ideia de perfil conceitual que busca e defende a ideia de poder ver e representar o mundo de diversas formas devido a permanência das concepções prévias que o aluno possui. Para ele, aprender ciências exige “um processo de socialização das práticas da comunidade científica e de suas formas particulares de pensar e de ver o mundo [...]”, ou seja, é a partir de relações existentes do conhecimento científico e o conhecimento presente no mundo que se constituem os conceitos aceitos cientificamente (MORTIMER, 2000).

Cada perfil conceitual é constituído por várias zonas que, por sua vez, possuem características dos supostos epistemológicos e ontológicos (acima) apresentados, aqui, inicialmente (MORTIMER, 2000). Destarte, Mortimer (1996), Mortimer e Amaral (2004) afirmam que a forma de falar utilizada pelos indivíduos para explicar determinado conceito, científico ou prévio, será própria de cada sujeito, o que caracteriza ainda mais a teoria dos perfis conceituais que é baseada na ideia de que

Pessoas exibem diferentes maneiras de ver e conceitualizar o mundo e, desta forma, diferentes modos de pensar que são usados em contextos distintos. Cada perfil conceitual modela a diversidade de modos de pensar ou de significação de um

conceito e é constituído por várias zonas (MORTIMER *et al.*, 2014, *apud* SIMÕES NETO, 2016, p.26, tradução do autor).

Diante disso, já que o sujeito é portador de inúmeras concepções (produzidas) introduzidas no seu ser a partir da sua vivência histórica, social e cultural, é possível afirmar que estas, as concepções, estarão presentes no seu subconsciente para sempre e que, com o advento do processo de ensino e aprendizagem no ambiente escolar, serão construídos inúmeros perfis conceituais, já que todos os indivíduos construíram o conhecimento científico no seu ser, levando em consideração também suas vivências sociais.

Dessa forma, é possível compreender a construção das ideias desenvolvidas pelos alunos como a evolução de um perfil de concepções em que novas ideias adquiridas no processo de aprendizagem passam a se relacionar com as ideias anteriores, admitindo o entrelaçamento entre o senso comum, o saber escolar e o saber científico onde a ausência de mudanças radicais não deve ser interpretada como fracasso. Assim, a consciência do aluno sobre seu próprio perfil conceitual torna-se importante para utilização nas suas diferentes visões da realidade em contextos adequados.

Portanto, pretendeu-se passar as ideias das três hipóteses apresentadas ao longo deste referencial teórico a partir das concepções alternativas dos estudantes, em que os conceitos existentes e armazenados na subjetividade dos sujeitos podem ser trabalhados e, de certa forma, ajudar os professores a construir uma base sólida para a construção e efetivação da aprendizagem do conhecimento científico. Logo, espera-se que no decorrer do processo de aprendizagem o aluno seja capaz de perceber a diferença em níveis epistemológicos, ontológicos e conceituais, alcançando o propósito do ensino de ciências.

2.5 PERFIL CONCEITUAL

Como discutido anteriormente, estudos acabaram por revelar que as concepções prévias são bastante resistentes mesmo em casos de intenso treinamento e especialização. Nesse sentido, surgiram, então, as correntes que alegam a possibilidade da coexistência dos dois tipos de conhecimentos (os alternativos dos alunos e os cientificamente aceitos). Essas correntes afirmam que não é possível promover uma mudança conceitual, mas tão somente uma integração hierárquica. Por meio dessa integração, o sujeito dispõe simultaneamente das duas formas de saber e as usa de acordo com o contexto.

É nesse cenário que surgem as ideias de perfis conceituais. Tal construto tem origem na ideia de perfil epistemológico desenvolvida pelo filósofo francês Gaston Bachelard (1978). Para este,

[...] uma psicologia do espírito científico deveria esboçar aquilo a que chamaremos o perfil epistemológico das diversas conceitualizações. Seria através de um tal perfil mental que poderia medir-se a ação psicológica das diversas filosofias na obra do conhecimento. [...] Insistimos no fato de um perfil epistemológico dever sempre referir-se a um conceito designado, de ele apenas ser válido para um espírito particular que se examina num estágio particular da sua cultura. É essa dupla particularização que torna um perfil epistemológico interessante para uma psicologia do espírito científico. (p. 25)

A ideia de Bachelard é de que não é possível explicar a riqueza do pensamento conceitual a partir de uma única corrente filosófica (realismo ingênuo, empirismo claro e positivista, racionalismo clássico, racionalismo complexo, racionalismo discursivo/dialético). Para ele, cada indivíduo, para cada conceito, possui um perfil epistemológico onde matizes de cada uma dessas correntes filosóficas (em menor ou maior intensidade) contribuem para todo o espectro de significação do conceito.

Quem desenvolve, baseado nisso, a ideia de perfil conceitual é Mortimer (1995). Para ele o perfil conceitual de um determinado conceito, na visão de cada indivíduo, pode estar relacionado a vários contextos e apresentar características diversas, de maneira que qualquer indivíduo pode sim possuir várias concepções de compreensão da realidade, que poderá ser usada em contextos e situações que considera conveniente.

Mortimer (1995, p. 273) define o termo “perfil conceitual” como um “sistema supraindividual de formas de pensamento” no qual cada indivíduo vai obter o seu próprio significado para determinado conceito/ação, gerando várias representações que se relacionam com o que chamou de zonas do perfil.

Ainda, associado ao significado, Mortimer (1995) afirma que os “modos de falar” utilizados na enunciação de um determinado conceito serão de forma individual e únicos. Assim, entende-se a construção das ideias dos estudantes como a evolução de um perfil de concepções em que as novas ideias vão sendo adquiridas no processo de ensino e aprendizagem, ocorrendo o entrelaçamento entre as ideias do cotidiano escolar e científico (MORTIMER, 1996; AMARAL; MORTIMER, 2004).

Logo, a principal diferença entre a noção de perfil epistemológico de Bachelard e de perfil conceitual de Mortimer é que, para este, “[...] seus níveis ‘pré-científicos’ não são

determinados por escolas filosóficas de pensamento, mas pelos compromissos epistemológicos e ontológicos dos indivíduos” (MORTIMER, 2000. p. 78).

Assim, a elucidação dos perfis conceituais dos alunos tem como objetivo a estruturação das ideias e concepções dos indivíduos em diversas zonas que representam diferentes modos de definir e discutir determinado conceito, bem como os princípios epistemológicos e ontológicos que os levaram a construir estes perfis. Cada uma dessas zonas de perfil corresponde a uma forma de pensar e falar sobre a representação da realidade, que convive com outras formas diferentes num mesmo indivíduo. O perfil conceitual pode se constituir num instrumento auxiliador para planejamento e análise do ensino de ciências.

Dessa forma, a partir dele, os obstáculos à aprendizagem dos conceitos científicos podem ser identificados e trabalhados em sala de aula numa visão de aprendizagem de ciências como evolução de perfis conceituais, onde o aluno não necessariamente tenha que abandonar as suas ideias e concepções ao aprender novas ideias aceitas cientificamente, mas sim tornar-se consciente das diversas zonas existentes e da relação entre elas nos mais diferentes tipos de contextos e situações.

2.6 ALGUMAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DO CONCEITO FÍSICO DE FORÇA

A palavra “força” está presente no cotidiano de todos e sempre foi/é utilizada, por todos, desde a infância, para explicações das mais diversas atividades e situações que ocorrem. Isso quer dizer que, desde muito novos, por meio de suas experiências, os indivíduos tendem a desenvolver interpretações sobre a realidade, a fim de atribuir significados para suas interações com o mundo que, conseqüentemente, perduram ao longo de suas vidas.

Tais interpretações, como tem sido discutido neste referencial teórico, são caracterizadas como construções pessoais que se propõem a dar sentido aos fenômenos observados que, na maioria das vezes, não estão em sintonia com o conhecimento cientificamente aceito. Portanto, embora as diferentes concepções existentes na estrutura cognitiva do indivíduo não tenham tido origem no ambiente escolar, elas influenciam bastante no que diz respeito ao seu aprendizado (ZYLBERSZTAJN, 1983).

Na literatura é possível encontrar alguns trabalhos que abordam as possíveis concepções dos estudantes relacionadas ao conceito físico em questão - força. Acredita-se que, provavelmente, no ano de 1979, Laurence Viennot tenha dado início a pesquisas desta natureza que, posteriormente, tiveram continuidade com investigações desenvolvidas por

autores como, Villani *et al.*, (1982), Pozo e Crespo (2009), Peduzzi (2001), Talim (1999), Watts e Zylbersztajn (1981) e Zylbersztajn (1983), entre outros.

É nesse contexto que, nesta seção, nos deteremos em apresentar um breve apanhado sobre as concepções alternativas que os estudantes, na maioria das vezes, tendem a apresentar quando submetidos ao estudo do conteúdo de força. É importante destacar que levaremos em consideração as discussões e concepções que foram identificadas nas pesquisas realizadas pelos autores citados anteriormente e que, tais concepções, não se restringem as mencionadas a seguir.

2.6.1 Força e movimento

Em relação as concepções desta categoria, é possível afirmar que, facilmente, os estudantes associam, de maneira consistente, força a movimento. Essa afirmação pode ser verificada nos estudos de Viennot (1979) - considerada a pioneira das pesquisas sobre as concepções alternativas sobre força e movimento -, Watts e Zylbersztajn (1981), Villani *et al.*, (1982) e Zylbersztajn (1983), por exemplo.

A partir de uma investigação realizada com cerca de setecentos estudantes do ensino médio e da universidade, Viennot (1979) obteve resultados consideráveis sobre a forma como eles supõem a relação entre força e movimento. A avaliação contou com várias questões. Em uma delas, por exemplo, os alunos precisaram analisar e responder se as forças que agem sobre cinco bolas, lançadas verticalmente que se encontram a uma mesma altura, porém, com velocidades em direções diferentes, são iguais ou diferentes no instante determinado. Como resposta, metade dos estudantes envolvidos, expressaram ideias nas quais consideraram que as forças seriam diferentes. Portanto, de acordo com Villani *et al.*, (1982), os estudos de Viennot (1979) demonstram que a maioria dos estudantes apresentaram e tendem a apresentar ideias que consideram associadas à força (F) (além do movimento):

- A força está sempre no sentido do movimento;
- A intensidade da força é proporcional a velocidade (v) do corpo/objeto;
- Um corpo/objeto parado se justifica pela ausência de forças sobre ele. Logo, se: ($v = 0$), então, ($F = 0$).

Já nos estudos de Watts e Zylbersztajn (1981), mais de cem alunos foram submetidos a um teste, a fim de investigar as suas ideias a respeito da relação entre força e movimento. Porém, menos de 20 alunos apresentaram respostas satisfatórias. O teste foi composto por doze questões objetivas. Destas, seis contemplaram força e movimento. Respostas às questões que sondavam as concepções dos estudantes sobre as forças que atuam, tanto em uma pedra lançada verticalmente, como as forças que atuam numa bala de canhão atirada com uma trajetória parabólica, por exemplo, estabeleceram uma força vinculada no sentido do movimento e uma força atuante ao longo da tangente a trajetória da bala, também, no sentido do movimento.

Mediante o exposto, Zylbersztajn (1983) destaca que, nos estudos de Viennot (1979), muitos estudantes também apresentaram concepções alternativas relacionando força a velocidade. Logo, na ótica dos estudantes: i) Se a velocidade (v) for: ($v = 0$), a força também será ($F = 0$), como apresentado anteriormente, mesmo se a aceleração (a) for diferente ($\neq$) de zero (0). ii) E caso ($v \neq 0$), a força também será ($F \neq 0$), mesmo se a aceleração (a) for ($a = 0$). iii) Assim, sendo ($v_1 \neq v_2$), então, ($F_1 \neq F_2$), mesmo que ($a_1 = a_2$).

Em outras palavras, bem como destacam Pozo e Crespo (2009, p.211), em um resumo, no qual apresentam as principais ideias e dificuldades de aprendizagem que surgem nos estudos dessa categoria, os estudantes compreendem força “como uma propriedade do objeto (algo similar à energia) que permanece enquanto ele está em movimento e vai aumentando ou diminuindo de modo paralelo à velocidade. Assim, um objeto “possui” força enquanto está em movimento, e pouco a pouco vai perdendo força”,

Nesse sentido, Peduzzi (2001) atenta que “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”. Por isso, é importante refletir e atentar-se que essas concepções intuitivas e alternativas acabam acarretando uma enxurrada de crenças, não só sobre força e movimento, que vão além da utilidade ocasional.

2.6.2 Ação e reação

Os estudos de Watts e Zylbersztajn (1981), também, possibilitam conhecermos possíveis concepções alternativas relacionadas à categoria ação e reação. No teste, os autores apresentam uma situação na qual duas pessoas disputam um cabo-de-guerra, demonstrando certa vantagem para uma das duas em determinado momento. Dada a situação, os estudantes

foram questionados sobre as forças aplicadas a corda pelas duas pessoas. As respostas evidenciam que mais de cem alunos acreditam na ideia de que a pessoa “vencedora” exerce/aplica uma força maior a corda.

Treze anos depois Ure *et al.*, (1994) realizaram um estudo sobre as concepções intuitivas dos estudantes sobre o princípio de ação e reação, tendo como objetivo descobrir como eles interpretam e o relacionam, bem como a finalidade de analisar a consistência das respostas recebidas. Neste estudo, Ure *et al.*, (1994) submeteram 150 estudantes, do ensino médio e graduação a um teste composto por diferentes situações. Em uma delas, um homem tenta empurrar uma pedra muito grande, porém, ambos não se movem. Em outra, um homem empurra um carro. Nesta situação, os dois corpos se movem. A partir disso, os estudantes foram questionados sobre as forças atuantes em cada corpo. Já em outra situação, os estudantes foram questionados sobre a interação, como um todo, de duas crianças possuidoras de massas diferentes que brincam de mãos dadas sobre patins, uma de frente para outra.

Em relação aos resultados das situações mencionados acima, serão apresentadas adiante, visto que, tais resultados estão de acordo com o estudo de Talim (1999) que apresentaremos a seguir. O autor, também, se dedicou a investigar as ideias espontâneas dos estudantes sobre o princípio de ação e reação. Aplicou um teste com uma média de 90 alunos do ensino médio com o objetivo de inferir se os alunos possuíam a capacidade de reconhecer forças de ação e reação através da interação por contato e gravitacional quando:

- Um objeto/corpo pequeno colide com um objeto/corpo maior e estático;
- Objetos/corpos que possuem tamanhos diferentes e que interagem entre si se movimentam em sentidos opostos e quando se movimentam no mesmo sentido;
- Um objeto/corpo estiver caindo nas proximidades da superfície da Terra e quando permanece em órbita ao redor da Terra.

Portanto, diante dos objetivos citados e com a aplicação do teste, Talim (1999) obteve quatro percepções sobre os possíveis erros de compreensão do conteúdo cometidos pelos alunos, bem como as concepções alternativas apresentadas pelas respostas dos alunos que vão de encontro com os resultados da investigação de Ure, *et al.*, (1994). A saber:

- i. Os alunos não conseguem identificar a força de um corpo sobre uma parede fixa, os mesmos identificam apenas a força da parede sobre o corpo em movimento, que colide com ela;
- ii. Os alunos não conseguem identificar a força de um corpo, próximo da Terra, sobre a Terra. E quando conseguem identificar, a consideram menor do que a força da Terra sobre o corpo;
- iii. Os alunos tendem a acreditar que, quem empurra exerce uma força maior;
- iv. Quando se trata de corpos em contato que se movem na mesma direção, os alunos consideram que o corpo que possui maior massa é quem exerce a maior força.

É neste contexto que Pozo e Crespo (2009, p. 215) salientam que não é tão simples que os alunos consigam identificar e compreender situações em termos de interação entre os corpos, uma vez que “não basta aceitar a interação entre corpos; também é necessário diferenciar qual força atua sobre cada corpo” já que “ação e reação são forças aplicadas sobre corpos diferentes”. Assim, é preciso ter em mente que mesmo que o aluno perceba e diferencie a ação conjunta entre dois corpos ainda corre o risco de privilegiar uma em relação à outra.

2.6.3 Gravidade

Concepções alternativas relacionadas ao conteúdo de gravidade, também, foram alvo de investigação nos estudos de Watts e Zylbersztajn (1981). Referente a categoria gravidade, os alunos foram questionados qual seria a direção da força atuante em um objeto depois de ser abandonado por um astronauta localizado na superfície da Lua. Das respostas, as concepções que mais se destacam é a de que os alunos creem que o objeto abandonado flutuará ou será afastado da Lua. Isso porque, segundo afirma Zylbersztajn (1983), os alunos geralmente associam a força da gravidade com a presença da atmosfera. Logo, a falta da mesma ocasiona a flutuação de objetos no espaço.

O autor ainda aponta outras noções sobre gravidade. Zylbersztajn (1983) destaca que metade dos alunos envolvidos na investigação associaram, e tendem associar, facilmente, a força da gravidade a altura, pois quando questionados sobre a força atuante sobre um carro situado no topo de uma ladeira e quando situado num ponto abaixo do topo os mesmos

inclinam-se a ideia de uma força maior quando o automóvel se encontra localizado no alto da ladeira.

Noções semelhantes ao que foi mencionado acima foram apanhadas por Ruggiero *et al.*, (1985), como, por exemplo:

- A falta de gravidade na Lua em virtude da falta da atmosfera, visto que;
- A Lua se localiza no espaço. Logo, não possui gravidade;
- Força da gravidade atua sempre na direção do movimento;

Assim, nesta perspectiva, considerando a noção recorrente identificada na pesquisa de Zylbersztajn (1983) de que a gravidade atua apenas no movimento, principalmente, de queda de objetos/corpos, bem como o caso de uma pedra lançada para cima. Posteriormente, na pesquisa de Berg e Brouwer (1991) realizada no Canadá com mais de 300 alunos do ensino médio, é importante frisar que, também, foi posto a situação de um objeto/corpo lançado para cima. Neste trabalho não foi diferente, mais da metade dos alunos envolvidos apresentaram a ideia de que a força gravitacional age apenas durante o momento da queda do objeto/corpo.

Em suma, diante dos trabalhos mencionados, acerca de algumas concepções alternativas do conceito físico de força, é possível afirmar que embora haja diversas investigações relacionadas a temática, tais ideias espontâneas ainda acompanham os alunos mesmo quando inseridos no ensino superior. Em virtude desta problemática, acreditamos na importância de uma reflexão baseada em uma avaliação tanto do papel do professor como do papel do aluno no ambiente educacional, a fim de conseguir utilizar novas alternativas durante o processo de ensino aprendizagem com o objetivo de atingir ou aproximar-se ao máximo das ideias cientificamente aceitas.

2.7 UM PERFIL CONCEITUAL DE FORÇA

Nesta seção será apresentada uma proposta de perfil conceitual para o conceito físico de força, presente na literatura, que apesar de um termo aparentemente simples, traz consigo uma diversidade de significados e, conseqüentemente, se apresentam nas salas de aulas.

Radé (2005) construiu tal perfil conceitual onde propõe oito categorias do conceito de força. Estas representam as diferentes zonas do perfil conceitual que foram construídas por meio da elaboração de uma matriz epistemológica conforme foi/é estabelecida por Santos

(2005). Tal matriz apresenta uma perspectiva histórico-epistemológica do conceito segundo Jammer (1957), psicogenética-desenvolvimental conforme Piaget (1973) e psicogenético-histórico conforme Piaget e Garcia (1983) e, também, uma perspectiva das concepções alternativas do conceito segundo pesquisas realizadas na área.

É importante destacar que a partir da análise das perspectivas mencionadas que compõem a matriz epistemológica e do objetivo de promover um panorama representativo do conceito de força mediante os vieses epistemológicos e ontológicos, Radé (2005) identificou as seguintes zonas para o conceito de força:

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’. VI: forças como trocas de partículas virtuais (píon, fóton, W/Z e gráviton), na Mecânica Quântica. VII: força na Relatividade Restrita análoga à força newtoniana, relacionando-se, porém com a massa relativística, dependente da velocidade, e não a massa inercial, de repouso. No entanto, a aceleração não é, em geral, codirecional à força e a ação a distância não é instantânea, mas propaga-se limitada pela velocidade da luz. VIII: força como o desvio do corpo de seu percurso natural (geodésica) no espaço-tempo, na Relatividade Geral.

Assim, considerando a importância de conhecer o que caracteriza cada zona do perfil conceitual de força, identificadas acima pelo o autor, torna-se possível, a partir delas, analisar os perfis conceituais dos estudantes, considerando e compreendendo o que os mesmos pensam e levam para o ambiente escolar a respeito do conceito, uma vez que possibilita aos professores “elaborar um planejamento de ensino mais eficaz, facilitando sua tarefa no sentido do aluno evoluir para categorias de poder explanatório sucessivamente crescente, do conceito de força, sob o ponto de vista da ciência” (RADÉ, 2005).

2.8 METODOLOGIAS ATIVAS

Metodologias Ativas é um termo que recentemente, tem ganhado destaque no cenário educacional. Apesar de ser uma expressão que vem se destacando atualmente, práticas

voltadas para este tema não são tão recentes quanto parece, pois Paulo Freire (1987), por exemplo, por mais que não utilizasse tal expressão “metodologias ativas” já defendia em suas obras, o discente e o docente como seres ativos e participantes do processo de aprendizagem.

Assim, as metodologias ativas são utilizadas com o objetivo “de que alunos e professores possam ter o máximo controle sobre seus processos de ensino e aprendizagem e um melhor aproveitamento dos mesmos” (COELHO, 2019, p. 204). Logo, esta concepção é caracterizada por colocar o aluno como principal agente do seu aprendizado, fazendo-o reconhecer sua importância e necessidade de participar ativamente, a fim de desenvolver uma consciência crítica, interativa e para formação integral. Para uma melhor compreensão, Coelho (2019, p. 205) destaca que as metodologias ativas

[...] visam transformar o processo de ensino e aprendizagem em um ato dinâmico, onde o principal ator deixa de ser o professor. Nesse cenário, o aluno assume um papel de construtor do próprio conhecimento e o professor, o provedor dos meios e procedimentos adequados para que o aluno atinja seus objetivos.

Nesta perspectiva, percebe-se claramente que nas metodologias ativas o aluno ocupa um lugar central no processo de aprendizagem, enquanto o professor está ocupando a função de mediador, aquele que irá proporcionar meios para o desenvolvimento deste processo, orientando no que for necessário, instruindo na realização de debates e resoluções de problemas, para a construção da aprendizagem, oportunizando o aluno questionar, observar, avaliar, comparar e se necessário ressignificar seu processo educativo.

Reforçando tal perspectiva, Diesel, Marchesan e Martins (2016) destacam algumas propriedades distintas e intrínsecas das metodologias ativas, são elas: o aluno como centro do processo, estímulo da autonomia do discente, a importância do professor mediador, a problematização da realidade, a atitude reflexiva e, por fim, o trabalho coletivo. Todas essas características em conjunto e utilizadas nas salas de aula favorecem e contribuem para a construção de um ensino mais significativo e que envolva o discente como sujeito diretamente responsável pela aquisição do seu aprendizado.

Quanto ao papel do professor no uso das metodologias ativas e na busca por aulas mais significativas, os autores frisam a necessidade de que os cursos de formação de professores precisam atentar para estarem formando profissionais com um perfil criativo, inovador e autônomo.

A fim de formar esse profissional, as instituições de ensino, independente (sic) do nível, precisam oferecer currículo que leve em conta esse perfil. Para tanto, a abordagem tradicional, baseada unicamente na transmissão de conteúdos pelo professor, precisa dar lugar a práticas de ensino inovadoras. (DIESEL, MARCHESAN; MARTINS, 2016. p. 154)

Assim, para que os profissionais docentes estejam preparados para utilizarem das metodologias ativas nas salas de aula do ensino básico, é fundamental que eles tenham contato e sejam instruídos no momento de sua formação, no ensino superior, seja através de componentes curriculares específicos de didática, em cursos de extensão ou até mesmo no momento do estágio supervisionado. O importante é que os estudantes tenham acesso a aulas mais prazerosas, significativas e voltadas para a sua realidade, com profissionais que os estimulem a crescerem e se desenvolverem, explorando o seu melhor, levando em consideração o que destaca Moran (2015, p.25) quando diz que “em educação - em um período de tantas mudanças e incertezas - não devemos ser xiitas e defender um único modelo, proposta, caminho”.

2.9 UNIDADES DE APRENDIZAGEM ATIVA

Levando em consideração a questão norteadora desta pesquisa (É possível que uma proposta de ensino baseada em metodologias ativas favoreça as interações e a evolução do perfil conceitual de força em sala de aula?) e tendo como um dos objetivos observar a aplicação de uma sequência didática a qual é tratada como Unidade de Aprendizagem Ativa (UAA), torna-se necessário discorrer nesta seção sobre o termo utilizado.

O termo ora apontado foi desenvolvido por Coelho (2019) que define uma Unidade de Aprendizagem Ativa (UAA) como sendo

um conjunto de materiais elaborados e/ou selecionados pelo professor, acompanhados de um conjunto de orientações por meio dos quais o aluno iniciará, de forma individual e, na sequência, com a orientação docente, o processo de aprendizagem do conteúdo didático que se pretende trabalhar em sala de aula (p. 205).

Portanto, é compreensível que, em relação a elaboração da mesma, o docente volte-se ao protagonismo do estudante, visto que, em outras palavras, bem como atenta o autor “uma UAA é construída de forma que o aluno seja convidado a dar partida no processo” (p. 206). Já durante o processo, busca-se que o estudante possa superar suas dúvidas e dificuldades, a fim

de que ele consiga alcançar tanto a execução da construção do seu próprio conhecimento, como o sentimento de satisfação durante o seu aprendizado.

No que diz respeito ao papel do professor, este deve atuar como um mediador/articulador do conhecimento, buscando e propondo estratégias traçadas em suas elaborações e aplicações dos materiais desenvolvidos e selecionados para compor a (UAA). Dessa forma, é importante que o professor oriente o estudante e contribua com situações que possam promover a ele o cumprimento objetivado em determinada tarefa, bem como reconhecer os fenômenos e solucionar os problemas que foram apresentados.

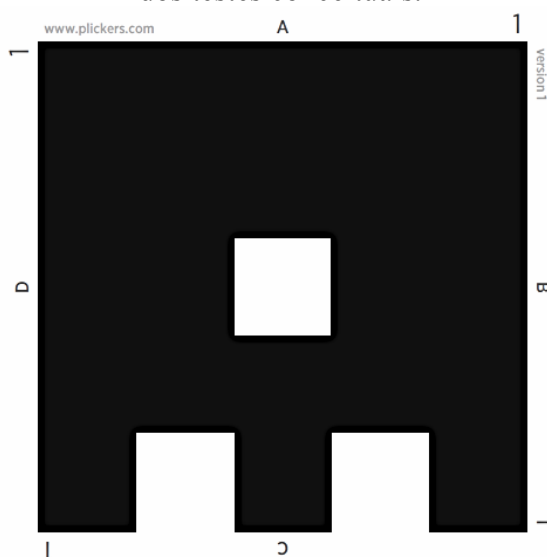
Contudo, é necessário ter em mente algumas características e finalidades de uma Unidade de Aprendizagem Ativa. Coelho (2019) destaca, por exemplo:

- i) Os textos específicos, destinados ao conteúdo da UAA - os estudantes devem ter acesso ao texto, para estudarem, antes do dia/momento da aula;
- ii) As videoaulas - também devem ser disponibilizadas antecipadamente, a fim de auxiliarem numa melhor compreensão após a leitura do texto, contribuindo para que, posteriormente, os estudantes possam buscar solucionar as questões de fixação presentes no texto lido/estudado;
- iii) Os testes de leitura (baixa complexidade e com questões objetivas) – no primeiro encontro, em sala de aula, o professor o aplica com o intuito de certificar que os estudantes tiveram contato com os materiais disponibilizados anteriormente e se obtiveram êxito na compreensão da ideia central do conteúdo;
- iv) Os testes conceituais (com certa complexidade e de múltipla escolha) – nesse teste já pode ser exigido as associações/relações que os estudantes estabelecem dos conceitos envolvidos no conteúdo. Neste momento da aula, a aula adota uma postura semelhante à metodologia *Peer-Instruction* (COELHO, 2018), como a seguir:
 - a) Inicialmente cada aluno recebe um cartão *Plicker* (QR-Code) – Figura 1 - que os identifica junto ao *software* homônimo;
 - b) O professor projeta os testes de leitura e concede um determinado tempo para que os alunos possam desenvolver suas respostas;
 - c) Ao final do tempo, com a ajuda do celular/*smartphone* o professor coleta as respostas de todos os alunos e confere o percentual de acerto da turma;
 - d) Caso esse percentual seja superior a um valor limite (determinado pelo professor como satisfatório), passa para o próximo problema;

- e) Caso o percentual seja superior a um valor limite (determinado pelo professor como crítico), o professor dá uma explicação sobre o problema e solicita nova resposta dos alunos;
- f) No caso de o percentual de respostas estar entre o valor mínimo crítico e o valor máximo satisfatório, o professor cede um tempo para que os alunos discutam o problema entre si e repete a pergunta.
- v) Os problemas conceituais e matemáticos (com maior complexidade) – no segundo encontro, em sala de aula, tem-se o objetivo em possibilitar/criar um momento de conversa com os estudantes para debaterem a respeito das respostas obtidas.

O autor também aponta, durante o processo, a utilização de vídeos e animações, assim como os experimentos de caráter didático e as simulações computacionais. Com relação a forma de avaliação, ressalta como sendo de forma contínua a partir das considerações e resultados alcançados pelos estudantes durante todo o decorrer da implementação da Unidade de Aprendizagem Ativa (UAA).

Figura 1. Modelo de um dos cartões *Plicker* entregues aos alunos para a coleta das respostas dos testes conceituais.



Fonte: <<https://help.plickers.com/hc/en-us/articles/360008948034-Get-Plickers-Cards>> Acesso em 11/01/2003

3 ESTADO DO CONHECIMENTO DAS PESQUISAS SOBRE PERFIL CONCEITUAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Neste capítulo descreveremos os resultados das pesquisas bibliográficas realizadas a fim de conhecer o estado do conhecimento sobre Perfil Conceitual no ensino de ciências.

Apresentamos uma pesquisa bibliográfica (MATTOS; ROSSETO JÚNIOR; BLECHER, 2004), elaborada a partir de dissertações e teses (seção 3.1) e artigos de periódicos (seção 3.2), que busca conhecer o que foi produzido e registrado por outros autores acerca do tema Perfil Conceitual. Thomas e Nelson (2002) denominam este tipo de pesquisa de revisão. A revisão bibliográfica torna-se necessária para que haja uma fundamentação adequada em pesquisas futuras. “Qualquer espécie de pesquisa, em qualquer área, supõe e exige pesquisa bibliográfica prévia, quer a maneira de atividade exploratória, quer para o estabelecimento de *status quaestionis*, quer para justificar os objetivos e contribuições da própria pesquisa”, como destaca (RUIZ, 2009, p. 57).

3.1 UM LEVANTAMENTO FEITO COM BASE EM DISSERTAÇÕES E TESES

Este estado do conhecimento foi desenvolvido exclusivamente a partir da base de dados Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, por considerarmos significativa a quantidade de pesquisas encontradas. A busca foi realizada utilizando os seguintes termos e operadores booleanos: (“Mudança Conceitual” OR “Perfil Conceitual”) AND (“Ensino de Física” OR “Ensino de Ciências”) e se deu nos dias 10 e 11 de Junho de 2020.

Para a elaboração dessa pesquisa não foi determinado um recorte temporal. É importante destacar que em determinados momentos foi necessário realizar uma pesquisa extra, no Google, quando, para algum trabalho, o catálogo não apresentava a versão *PDF* na base de dados, o que, de toda forma, resultou em alguns trabalhos não encontrados. Além disso, nos concentramos nos trabalhos baseados em estudos relacionados às séries finais do ensino fundamental, ensino médio e ensino superior realizados em cursos de Pós-Graduação no Brasil.

A organização do levantamento, passou por um processo de categorização. Separamos as dissertações das teses. Em seguida, a partir da leitura dos resumos ou, alternativamente, leitura parcial dos trabalhos, separamos as pesquisas realizadas em sala de aula com alunos

dos últimos dois anos do ensino fundamental, do ensino médio e da graduação, destacando-as quando realizadas na área da Física. Ambas essas informações estão presentes nas próximo tópico.

Quanto à exclusão de alguns trabalhos, descartamos aqueles que não contemplaram as categorias mencionadas acima, as que demonstraram, através de uma leitura parcial, certo distanciamento do ambiente formal de ensino e da temática em relação as áreas de ciências.

As obras pesquisadas para fundamentar este trabalho possuem como principal objetivo analisar e discutir os perfis conceituais dos alunos das áreas de Ciências, em especial, a Física. Este estado do conhecimento possui, assim, como as dissertações e teses que foram utilizadas para a fundamentação teórica deste, o objetivo de discutir, se baseando nos dados e conceitos entrelaçados às obras de Mortimer (2009), os resultados alcançados pelos autores das pesquisas levantadas.

3.1.1 Discutindo o estado do conhecimento

Com os descritores escolhidos, a base de dados apresentou um resultado de 74 trabalhos descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Descrição dos resultados

Pesquisas	Mestrado	Doutorado	Total
Resultado da busca na base	48	26	74
Disponíveis na base/ Encontradas com pesquisa extra	31	20	51
Indisponíveis na base/ Não encontradas com pesquisa extra	17	6	23

Das 31 dissertações, a temática foi trabalhada em 1 pesquisa com alunos dos 8º e 9º ano do ensino fundamental, 11 com alunos do ensino médio, 4 com alunos de graduação, tendo 15 trabalhos descartados por não atenderem a essas categorias e/ou não abordarem a temática no contexto do cenário de ensino.

Das 20 teses, nenhuma foi trabalhada com alunos do ensino fundamental, 2 foram trabalhadas com alunos do ensino médio, 3 com alunos de graduação, tendo 15 trabalhos excluídos por não atenderem os critérios citados acima. Assim, totalizando 21 trabalhos, entre dissertações e teses, que abordam perfil conceitual a serem analisados como mostra o Quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Separação das categorias

Pesquisas disponíveis no CTDC/ Encontradas com pesquisa <i>Google</i>	Mestrado (31)	Doutorado (20)	TOTAL
8º e 9º Ensino Fundamental	1	0	1
Ensino Médio	11	2	13
Graduação	4	3	7
Descartados	15	15	30
Total a serem analisadas	16	5	21

Abaixo (Quadro 3) estão destacadas as pesquisas que serão analisadas ao longo deste trabalho.

Quadro 3: Descrição das pesquisas a serem analisadas

Autores	Título do trabalho	Ano	Tipo/Nível
Jaqueline Dantas Sabino	A utilização do perfil conceitual de substância em sala de aula: do planejamento do ensino à análise do processo de aprendizagem dos estudantes	2015	Dissertação/ Fundamental
André Machado Rodrigues	Redimensionando a noção de aprendizagem nas relações entre perfil conceitual e abordagem sócio cultural-histórica	2009	Dissertação/ Médio
Renato Chaves Azevedo	Análise de argumentos sobre adaptações	2013	Dissertação/ Médio
Arthur Torres de Araújo	Conceitos de calor e temperatura sob a ótica do momento pedagógico de problematização inicial	2015	Dissertação/ Médio
Andreus Bastos Cruz	A produção de vídeos documentários como atividade investigativa no ensino de ciências: uma possibilidade para o desenvolvimento dos perfis conceituais numa aprendizagem colaborativa	2015	Dissertação/ Médio
Ricardo Luiz Zanotto	Saberes populares: recurso para o ensino de conceitos químicos num enfoque CTS	2015	Dissertação/ Médio
Lucio Flavio de Castro Ezequiel	Análise de perfil conceitual em ciclos de modelagem: um estudo sobre o ensino do efeito doppler	2016	Dissertação/ Médio
Luciano Lucena Trajano	Proposta e análise de estratégias de ensino para os conceitos de entropia e espontaneidade	2016	Dissertação/ Médio
Rodrigo Oliveira Lopes	A evolução do perfil conceitual de átomo por meio de atividades experimentais espectroscópicas	2017	Dissertação/ Médio
Maria Aparecida da Silva Leite	Mapeamentos das zonas do perfil conceitual de calor por meio de um jogo educativo para alunos da EJA	2018	Dissertação/ Médio
Cinara Maria dos Santos	Usando a difração da luz como analogia para a compreensão da estrutura cristalina	2018	Dissertação/ Médio
Vanessa	Perfil conceitual a respeito da concepção atomística para os estados	2019	Dissertação/

Maria Silva Menezes	físicos da matéria de um grupo de alunos da educação de jovens e adultos - EJA		Médio
Lisete Funari Dias	Noção de referencial: uma interação cognitiva entre a mecânica newtoniana e a mecânica relativística	2010	Dissertação/ Superior
Geraldo Pereira da Silva Júnior	O perfil conceitual de radiação formação inicial de professores de física na UFG e suas propostas intervenção pedagógica para o ensino médio	2011	Dissertação/ Superior
Marieli Vanessa Rediske de Almeida	Perfil conceitual de equação: investigações acerca das concepções de alunos de licenciaturas em matemática	2016	Dissertação/ Superior
Tatiele Chicora	Uma estratégia de ensino metacognitiva: contribuições para o perfil conceitual de força de licenciandos em Física	2018	Dissertação/ Superior
Claudia de Alencar Serra e Sepulveda	Perfil conceitual de adaptação: uma ferramenta para a análise de discurso de salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução	2010	Tese/ Médio
Vanessa Perpetua Garcia dos Santos Reis	O perfil conceitual de herança biológica: investigando dimensões epistemológicas e axiológicas do processo de significação do conceito no contexto do ensino médio de genética	2018	Tese/ Médio
Marlize Spagolla Bernadelli	A interdisciplinaridade educativa na contextualização do conceito de transformação química em um curso de ciências biológicas	2014	Tese/ Superior
José Euzebio Simões Neto	Uma proposta para o perfil conceitual de energia em contextos do ensino da física e da química	2016	Tese/ Superior
Flavia Cristiane Vieira da Silva	Análise de diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de ácido/base em uma experiência socialmente situada vivenciada por licenciandos em química	2017	Tese/ Superior

3.1.2 Apresentação e análise dos trabalhos

A dissertação de Sabino (2015) é a única pesquisa a ser analisada que aborda perfil conceitual no contexto do ensino fundamental. A autora teve como objetivo analisar as zonas do perfil conceitual de substância e o processo de conceituação em alunos do 9º ano do ensino fundamental, quando submetidos à diferentes momentos de uma sequência de ensino e aprendizagem. A análise de aulas gravadas em vídeo (transcritas posteriormente), de entrevistas e de questionário aplicados permitiu à autora observar a emergência, em todos os alunos, de quatro zonas do perfil conceitual de substância (SILVA; AMARAL, 2013), a saber: essencialista, generalista, substancialista e racionalista. Tornou-se evidente também nesse estudo que a zona do perfil que emergia em determinado momento era dependente do

contexto. Por isso mesmo, é possível que o texto utilizado antes do pré-teste (questionário) possa ter criado um contexto que atraiu os significados expostos pelos alunos nas respostas ao questionário em direção a uma determinada zona⁴. Independente disso, vê-se nitidamente, ao longo do desenvolvimento da sequência didática, uma evolução do perfil conceitual dos alunos em direção à zona racionalista (que representa o que há de mais próximo ao que é cientificamente aceito para o conceito de substância, considerando-se a faixa etária e o nível de profundidade em que o conceito é estudado pelos sujeitos pesquisados). Contudo, em virtude do possível efeito atrator gerado pelo texto inicial, essa evolução pode representar tão somente um retorno à uma configuração já estabelecida do perfil dos alunos.

Sepúlveda (2010) buscou investigar como o referencial teórico do perfil conceitual pode ser utilizado com o fim de “modelar a produção de significados ao longo de interações discursivas em salas de aula de ciências” (p. 11). A autora propõe um modelo de perfil conceitual de adaptação constituído por quatro zonas: funcionalismo intra-orgânico, ajuste providencial, perspectivas transformacionais e perspectivas variacionais. Destaca que o perfil proposto, em uso integrado à estrutura analítica do discurso desenvolvida por Mortimer e Scott (2002; 2003), conseguiu modelar e caracterizar o modo como os alunos explicaram tais formas de pensar e falar o conceito de adaptação.

Quem também trabalhou sobre o perfil conceitual de adaptação foi Azevedo (2013). Sua pesquisa, que se caracteriza como um estudo de caso, buscou discutir o conceito de adaptação das espécies a partir dos argumentos feitos pelos alunos através da escolha do modelo explicativo, teleológico ou darwinista. Para isso, o autor desenvolveu uma sequência didática que pudesse estimular os estudantes a elaborarem seus argumentos. O autor destaca que os alunos apresentaram maiores dificuldades para construir uma contra-argumentação, ou seja, o motivo pelo qual não escolheram determinado modelo, ao invés de argumentação, motivo que o levou a escolher determinado modelo, o que o fez concluir que isso se deu devido a estarem lidando com ideias e teorias que fugiram do senso comum. A análise desses argumentos foi conduzida por meio do padrão de argumentação de Toulmin (2006). A partir de pesquisas anteriores, especificamente, Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2008) e Sepúlveda (2010), o autor constrói quatro categorias (que seriam equivalentes/substitutos às (das) zonas do perfil conceitual de adaptação). As categorias/zonas são denominadas teleológica, meio,

⁴ Isso porque o autor do poema (texto utilizado), como qualquer outro sujeito, tem suas próprias representações sobre o conceito em tela. Quer dizer, o autor tem seu próprio perfil conceitual sobre o conceito estudado. Assim, as formas como tal conceito são expressas no poema podem, sem dúvida, influenciar a forma como os alunos deram suas respostas ao pré-teste.

externalista e nenhuma⁵. É importante, no entanto, destacar alguns aspectos que obscurecem os resultados dessa pesquisa. Primeiro, que o autor não faz uso das zonas originalmente propostas por Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2008) e Sepúlveda (2010) e propõe o que ele chama de categorias. Segundo que o autor parece confundir perfil conceitual com zona do perfil conceitual ao afirmar, logo no resumo do trabalho que “o mesmo aluno pode apresentar mais de um perfil conceitual sobre evolução durante a mesma aula”. Tal é impossível dado que cada indivíduo só pode exibir um perfil para cada conceito. Tal perfil, é verdade, pode se desdobrar em várias zonas e cada uma dessas zonas pode ser mais ou menos influente na forma como o indivíduo pensa e/ou se expressa. Apesar disso, o trabalho apresentou interessantes contribuições para o ensino do conceito de adaptação.

Cruz (2015) buscou responder através de uma investigação-ação, à questão: como a produção de videodocumentários pode contribuir para o processo de aprendizagem colaborativa e compreensão de diversos conceitos de ciências entre alunos do 2º ano do ensino médio? Inicialmente, o autor fortalece a autonomia dos discentes ao deixá-los participar da escolha do tema que guiará as investigações e, conseqüentemente, a produção dos videodocumentários. Dada a abrangência do tema abordado (“os benefícios e o funcionamento do rio”), o autor encarou a possibilidade de ver emergirem diversas noções dos alunos com respeito a vários conceitos científicos. A partir do referencial teórico dos perfis conceituais de Mortimer (1993) foi possível, por meio da análise das transcrições de episódios de aula, determinar as zonas dos perfis conceituais presentes nas diversas manifestações de conceitos dos alunos, bem como suas mudanças no decorrer do desenvolvimento de uma atividade. Assim, percebeu que, em todas as ocasiões, foi possível designar as concepções dos alunos em uma das zonas seguintes: perceptiva/intuitiva, empírica, formalista e racionalista. O autor destacou que as mudanças do perfil conceitual de cada aluno ocorreram significativamente na direção da zona racionalista o que expressa um amadurecimento das concepções dos discentes rumo ao que é cientificamente aceito para estas concepções.

No mesmo ano, Zanotto (2015) realizou um estudo, com alunos do 3º ano do ensino médio, que pretendia verificar as compreensões dos alunos sobre saber popular, mito e senso comum e avaliar as contribuições de saberes populares para o ensino de conceitos químicos a partir de uma perspectiva CTS. Para tanto, utilizou uma abordagem metodológica qualitativa,

⁵ A esta categoria eram designados os alunos que não apresentaram argumentação alguma ou que simplesmente copiaram trechos do material didático.

de natureza interpretativa, com observação participante em 6 momentos pedagógicos, objetivando demonstrar que a ciência não está separada do cotidiano. Os temas estudados foram retirados do cotidiano dos alunos, a partir de seus conhecimentos de senso comum. Os dados foram coletados, dentre outras formas, por meio de mapas conceituais cujo objetivo era analisar transições dos perfis conceituais dos alunos. Em seus resultados o autor aduz que o caráter motivacional introduzido pela utilização de saberes populares favoreceu a evolução destes perfis conceituais, o que mostra que saberes populares considerados como obstáculos à aprendizagem, podem ser utilizados na abordagem de conceitos químicos e contribuir para a construção gradativa do conhecimento com vistas à mudança de perfil.

Trajano (2016) buscou analisar as zonas do perfil conceitual de entropia e espontaneidade e sua evolução em alunos do 3º ano do ensino médio. Para tanto, usou como referência as zonas propostas por Amaral e Mortimer (2004), a saber: zona perceptiva, zona empirista, zona formalista e zona racionalista. Para coleta de dados, utilizou gravações em vídeo, questionário, entrevista e algumas produções escritas dos alunos. O autor afirma que seus resultados mostram que a elucidação das zonas do perfil conceitual dos alunos é um importante recurso que pode ser utilizado pelo professor para o planejamento de suas aulas e para o reconhecimento de diferentes modos de pensar sobre os conceitos discutidos em sala de aula. De fato, é! Contudo, um olhar atento à discussão dos resultados, revela que o autor foi descuidado ao atribuir as manifestações das concepções dos alunos às respectivas zonas do perfil conceitual. Inicialmente, é importante observar que não existem zonas do perfil de entropia e espontaneidade (partindo do referencial teórico que utilizaram - Amaral e Mortimer (2004)) chamadas “generalista”, “substancialista” ou “essencialista”. Além disso, o autor atribui à zona racionalista do perfil afirmações que são antes perceptivas e/ou empíricas.

Lopes (2017), teve como objetivo investigar como atividades didáticas baseadas em experimentos podem potencializar a evolução conceitual sobre o átomo em alunos do 3º ano do ensino médio. Para embasar sua análise, faz uso do perfil conceitual de átomo apresentado por Mortimer (2000) como contendo quatro zonas: sensorialista, substancialista, clássica e quântica. Os participantes da pesquisa foram divididos em grupos A, B e C, todos submetidos às mesmas etapas do processo de investigação (pré-teste, aula expositiva, atividade experimental e pós-teste). O autor relatou que os alunos apresentaram considerável evolução conceitual, já que demonstraram ter desenvolvido aprendizagens sobre os estágios mais avançadas do perfil conceitual do átomo, embora, os alunos não tenham abandonado totalmente as zonas não científicas. Tal crítica, contudo, não é pertinente, tendo em vista que

faz parte da ideia de perfil conceitual a persistência das concepções pré-científicas em convívio com as concepções científicas. Não é inerente à ideia de perfil conceitual o abandono das concepções prévias (como era proposto no modelo de mudança conceitual (POSNER *et al.*, 1982)).

Ainda no que tange ao perfil conceitual de átomo, Menezes (2019) buscou analisar a evolução do perfil conceitual para esse construto em alunos da EJA a partir de uma intervenção pedagógica. Assim como Lopes (2017), o autor considerou as zonas propostas por Mortimer (2000): realista (sensorialista), substancialista e atomista (clássica⁶). Para coleta dos dados foram realizados pré-testes e pós-testes além de algumas entrevistas. Em relação ao pré-teste, a grande maioria dos alunos apresentou um perfil conceitual com predominância da zona sensorialista (realista). Após a intervenção pedagógica proposta, o pós-teste revelou um desvio dos perfis conceituais dos alunos em direção à zona clássica (atomista). Os resultados mostram uma transição nessas zonas que caminhou em direção à zona mais próxima da científica, e revela que, apesar do vocabulário científico restrito desses alunos, houve uma evolução de conceitos que pode ser identificada por outros meios que não a escrita ou fala. Por exemplo, expressos em desenhos. Esse aspecto reforça a importância de lançar mão de diferentes formas de avaliação do aluno a fim de fornecê-lo o maior número de possíveis formas de expressar seus conhecimentos.

Leite (2018), também a partir de um estudo de caso, teve como objetivo mapear as zonas de perfil conceitual de calor (realista, substancialista, animista, empirista e racionalista) proposta por Amaral e Mortimer (2001) utilizando jogo educativo em turmas da EJA. A autora observou manifestações conceituais dos alunos ao longo das fases do jogo em todas as zonas conhecidas do perfil. Entretanto, destaca que manifestações conceituais concernentes à zona racionalista estiveram presentes somente a partir da segunda fase do jogo, o que a leva a inferir que os alunos já conseguiram desenvolver alguma compreensão científica do conceito de calor enquanto respondiam às perguntas do jogo. Em suma, houve resultados positivos, uma vez que foi possível observar uma tomada de consciência dos alunos em relação ao seu perfil conceitual.

Mais recentemente, Reis (2018), propôs um perfil conceitual para herança biológica. Tal proposta objetiva fornecer uma ferramenta teórico-metodológica eficiente para a análise de interações discursivas em salas de aula, bem como uma forma de amparar o planejamento

⁶ Dispensou-se a última zona proposta por Mortimer (2000), tendo em vista que ela abriga as concepções de átomo mais modernas e que, portanto, não eram objeto da proposta pedagógica no nível de ensino em questão.

de ensino de genética. Para fundamentar este estudo, foram analisadas informações provenientes dos domínios sociocultural, ontogenético e microgenético e, a partir disso, foi possível identificar oito temas epistemológicos (ontologia, axiologia, contribuição parental para a herança, fator causal, unidade de herança, mediador da transmissão da herança, natureza da herança e mecanismo da herança) que, por fim fizeram emergir quatro zonas que constituem os distintos modos de expressar o conceito de herança: naturalização do nascimento, fatalismo pelo sangue, performacionismo genético e a epigênese.

Também no contexto do ensino superior foram desenvolvidas algumas pesquisas a partir do referencial teórico de perfis conceituais. Fundamentada nos trabalhos de Mortimer sobre a teoria dos perfis conceituais e nos trabalhos de Ribeiro (2013), sobre o perfil conceitual de equação, Almeida (2016) buscou identificar e compreender as concepções de equação expressas por alunos (calouros e concluintes) de cursos de licenciatura em matemática. Para tal, fez-se uso do método de análise de conteúdo (BARDIN, 2016) a partir das respostas dadas pelos participantes da pesquisa a um questionário. A hipótese inicial era de que seria possível identificar as cinco zonas do perfil proposta por Ribeiro (2013), a saber: pragmática, geométrica, estrutural, processual e aplicacional. Dos dados da primeira parte do questionário, dedicada a revelar o perfil conceitual dos alunos, emergiram apenas três das cinco zonas propostas: pragmática, processual e aplicacional. Já na parte final do questionário, foram observadas manifestações que puderam ser designadas nas cinco zonas do perfil. No geral, as manifestações mais frequentes nesse estudo estão de acordo com aquelas apresentadas em estudos anteriores: pragmática e processual. De uma forma divergente dos perfis conceituais em ciências naturais⁷, ao se tratar do perfil conceitual de equação, a autora considera que quanto mais diversificado ele se apresentar, maiores as possibilidades este professor em formação terá quando defronte a uma demanda em sala de aula. Por fim, a autora sugere a possibilidade de mais uma zona para o perfil conceitual de equação e a denomina de zona formal.

Bernardelli (2016) buscou analisar a possibilidade de ampliação das noções dos graduandos na integração e na contextualização do conceito de transformação química, embasada na teoria da aprendizagem significativa. A partir de uma sequência didática interdisciplinar, a autora conseguiu mapear o perfil conceitual dos educandos. As zonas do perfil conceitual de transformação química são construídas a partir da categorização das expressões dos alunos (coletadas por meio de mapas conceituais, diários de bordo e outras

⁷ Onde a intenção é fazer o perfil evoluir no sentido de uma concepção mais rica e cientificamente aceita.

atividades), utilizando análise de conteúdo (BARDIN, 2016). Para a definição dessas zonas, a pesquisa usa como ponto de partida as zonas do perfil conceitual de átomo propostas por Mortimer (2000) às quais, por meio da interação com os resultados da análise de conteúdo, levaram à proposição de quatro zonas para o perfil conceitual de transformação química: substancialista, generalista, relacional e reflexiva. Visto os resultados, nota-se que os conceitos dos graduandos muitas vezes foram expressos equivocadamente. Porém, afirma que, de toda forma, é válido acreditar em uma possível aprendizagem significativa, efetivada em relação a ampliação do perfil conceitual dos graduandos por meio de suas propostas.

Silva (2017) buscou identificar, inicialmente, como um grupo de sete cabeleireiras compartilha significados e sentidos em relação ao conceito de ácido/base. A partir da perspectiva das comunidades de prática, objetivou-se “analisar de que forma esse grupo de profissionais compartilham/tomam a temática/conceito como parte do seu domínio e o relacionam com a prática do seu trabalho cotidiano, bem como compreender essa prática a partir das falas das entrevistadas” (p. 80). Além disso, pretendia-se também construir subsídios para a elaboração de um estudo de caso⁸ socialmente situado para ser trabalhado com licenciandos em química. A partir da análise, verificou-se que as cabeleireiras apresentavam um perfil com emergência mais intensa de zonas pragmáticas (mesmo em flagrante desacordo com o que é cientificamente aceito, esse pragmatismo era extremamente útil no confronto com situações cotidianas de sua prática). Quanto aos licenciandos, houve um alargamento de seus perfis conceituais e uma intensificação destas mesmas zonas pragmáticas em virtude do estudo de caso.

Rodrigues (2009) propôs inserir a noção de contexto no modelo de perfil conceitual. Sugere que “dado um macro-contexto, se alterarmos os micro-contextos, alteramos a ‘medida’ das zonas do perfil conceitual dos estudantes” (p. 63). Para que o objetivo fosse alcançado, a fim de coletar os dados, foram utilizados recursos tais como gravação de vídeo e questionários avaliativos com questões relacionadas ao conceito de energia. O questionário pretendia evidenciar a dependência do perfil conceitual de energia em diferentes micro-contextos (o conceito de energia de vários estudantes foi avaliado em aulas de disciplinas diferentes). Os resultados, no entanto, alcançam tão somente o que já é, de longa data, conhecido da teoria dos perfis conceituais: “a noção de perfil conceitual é, portanto, dependente do contexto, uma vez que é fortemente influenciada pelas experiências distintas de cada indivíduo” (MORTIMER, 2000, p. 79). A modificação do micro-contexto cria, tão somente, um atrator

⁸ Metodologia de ensino e não metodologia da pesquisa.

que seduz os alunos a expressarem o conceito em questão (energia, no caso) por meio da zona mais adequada àquele micro-contexto. Quer dizer: o micro-contexto não afeta os perfis conceituais dos alunos. Ele, na verdade, simplesmente, corrobora de forma espetacular a convivência de diversas zonas para um mesmo conceito dentro da estrutura cognitiva do indivíduo. Na análise de um perfil conceitual, faz-se necessário que sejam dadas as possibilidades (micro-contextos diferentes) para expressar todas as possíveis zonas existentes. Dadas todas essas possibilidades, e verificadas as manifestações individuais em cada uma delas, podemos ter o panorama geral de todas as zonas que constituem determinado perfil conceitual. O micro-contexto não modifica o perfil conceitual. Ele tão somente é a oportunidade para o sujeito se expressar a partir da zona que mais se adequa a ele.

O conceito de energia também foi objeto no trabalho de Simões Neto (2016). Nessa pesquisa (realizada em cursos de licenciatura em física e química), propôs-se a definição de um perfil conceitual de energia nos contextos do ensino de física e de química. Trabalhando sobre os três domínios: sociocultural (fontes históricas secundárias do desenvolvimento do conceito), ontogenético (literatura sobre concepções formais do conceito de energia) e microgenético (dados obtidos de questionário e de interações discursivas em sala de aula), o autor foi capaz de detectar os compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos dos indivíduos e, como resultado das análises, propõe as seguintes zonas para o perfil conceitual buscado: energia como algo espiritual ou místico, energia funcional/utilitarista, energia como movimento/atividade óbvia, energia como algo material, energia como agente causal das transformações e energia como grandeza que se conserva.

Araújo (2015) propôs uma sequência de ensino para o conceito de calor baseada na dinâmica dos momentos pedagógicos proposta por Delizoicov (1991; 2008). A partir de duas situações de aprendizagem iniciais (constituindo a etapa de problematização da proposta de Delizoicov), traçou um panorama do perfil conceitual de calor entre os sujeitos analisados (os alunos não deram respostas individuais). Esse panorama revelou as zonas animista, substancialista e realista do perfil ao passo que não exibia indicações das zonas empírica e racionalista. A análise de um pré-teste constituído de questões objetivas também só revelou zonas substancialista e realista, indo ao encontro da primeira análise (aqui, algo estranho no detalhamento da metodologia do trabalho: o pré-teste veio após o momento inicial). O trabalho não relata detalhes da sequência de ensino em si e nem a análise dos resultados posteriores à sua implementação. Além do mais, deve-se destacar que analisar perfil conceitual a partir de trabalhos em equipe não é uma prática coerente. Nossa assertiva se

respalda em que podemos pensar o perfil conceitual como “[...] um sistema supraindividual de formas de pensamento que pode ser atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura. Apesar de cada indivíduo possuir um perfil diferente, as categorias pelas quais ele é traçado são as mesmas” (MORTIMER, 2000, p. 78-79). Isso quer dizer que perfis conceituais de sujeitos pertencentes à mesma cultura apresentam as mesmas zonas. Apesar disso, a intensidade com que cada zona se apresenta no perfil de cada indivíduo é diferente.

Ezequiel (2016), desenvolveu uma sequência didática para alunos do segundo ano do ensino médio a fim de trabalhar parte do conteúdo de ondas sonoras, baseando-se nas ideias de ciclos de modelagem Hestenes (1987). Para coletar dados utilizou relatórios de práticas experimentais produzidos pelos alunos, questionários investigativos, análise dos modelos físicos construídos pelos estudantes e diário de bordo. O exame dos dados coletados foi feito por meio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016). Importantíssimo ressaltar que, pelo que se extrai do texto, os alunos já haviam estudado o conteúdo de ondas nas aulas regulares (a sequência didática desenvolvida, aplicada e analisada neste trabalho, foi posta em prática em atividades no contraturno dos alunos). Importa bastante destacar que as atividades foram desenvolvidas em grupo o que impossibilita a análise do perfil conceitual de cada aluno. Outro aspecto importante que pesa negativamente para o relato em tela é o fato de que, apesar de ser parte de sua proposta inicial, o trabalho faz uma análise muito superficial e subjetiva da evolução dos perfis conceituais dos alunos. Deve-se destacar que “perfil conceitual” é um construto referente à cada conceito representado por cada indivíduo. Não existe um perfil conceitual de ondulatória⁹. É possível, sim, haver um perfil conceitual de onda. Contudo, o trabalho não deixa claro qual o conceito central cuja evolução conceitual está sendo analisada, bem como não resgata nenhuma proposta de perfil conceitual da literatura para o conceito em questão e, tampouco, propõe uma. Assim, sua conclusão de que houve evolução dos perfis conceituais dos alunos é questionável.

Santos (2018) estuda a evolução do perfil conceitual de estrutura cristalina a partir de uma sequência didática sobre caracterização de materiais por difração de raios-X. Destaca que não dispõe, na literatura, de um perfil conceitual de estrutura cristalina. Apesar disso, e mesmo objetivando analisar a evolução desse perfil conceitual em seu público-alvo, não faz nenhuma proposição que preencha essa lacuna. Usa como um procedimento paliativo elementos dos perfis conceituais de átomo (MORTIMER, 2000) e molécula (MORTIMER; EL-HANI, 2014). Esse paliativo consistiu em analisar separadamente as zonas dos perfis

⁹ E se há, ele não é fundamentalmente importante para aprendizagem de física.

conceituais de átomo e molécula e considerar quais apresentam características que são importantes na tentativa de descrição de uma estrutura cristalina por parte dos alunos. Estas características foram agrupadas e deram origem a categorias que, para o trabalho ora analisado, funcionaram como sementes de uma futura proposição para um perfil conceitual: sensorialista, visão do atomismo clássico e concepções sobre a estrutura molecular. Cabe salientar, e é importante, que, dado que estas categorias não foram construídas a partir de análises de dados dos domínios sociocultural, ontogenético e microgenético, elas não constituem um perfil conceitual e, portanto, a análise que foi desenvolvida não pode, formalmente, ser descrita como um exame da evolução dos perfis conceituais dos alunos como reivindica a autora. Ademais, a escrita do texto enseja alguma confusão quando, nos objetivos, assere que pretende “[...] analisar a evolução do perfil conceitual de estrutura cristalina” (p. 14), ao passo que, no início do capítulo 7 (análise dos resultados), aduz que “[...] o intuito [...] é analisar [...] a evolução do perfil conceitual sobre estrutura molecular” (p. 76). Possivelmente, a autora o faz a fim forçar uma aproximação dos seus resultados ao referencial de que dispõe (o perfil conceitual de molécula).

Em um trabalho voltado à formação de professores, em um curso de Licenciatura em Física, Dias (2010) desenvolveu um material com base na Teoria da Aprendizagem Significativa, cujo objetivo principal era facilitar a transposição de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1978), no aprendizado do conceito de “referencial” na Teoria da Relatividade Restrita. A autora propõe analisar a evolução do perfil conceitual desse conceito. Visto que seu objetivo não era construir um perfil conceitual, a autora busca em Ayala Filho e Frezza (2007) a referência para prosseguir com a análise. Estes autores propõem um perfil conceitual para referencial nas seguintes zonas: senso comum, mecânica newtoniana e teoria da relatividade restrita. Dias (2010) considera que as concepções referentes às zonas do senso comum e da mecânica newtoniana atuam como *obstáculos epistemológicos* à aprendizagem do conceito ao nível da zona da teoria da relatividade restrita do perfil. Bachelard (2016), contudo, estabelece seis obstáculos epistemológicos: *a primeira experiência, o conhecimento geral, o conhecimento unitário e pragmático, o substancialismo, o animismo e o conhecimento quantitativo*. Ademais, dado que as zonas de um determinado perfil conceitual são manifestações de compromissos em domínios ontológicos, epistemológicos e axiológicos, não convém atribuir à determinada zona pré-científica (senso comum) ou mesmo racional clássica (newtoniana) de um dado perfil conceitual o status de obstáculo epistemológico¹⁰. Além disso, o autor pressupõe a possibilidade de fazer uma

análise embasada tanto no referencial da Aprendizagem Significativa como no referencial do Perfil Conceitual. Tal, contudo, não tem viabilidade, dado que é intrínseco da ideia de aprendizagem significativa a subsunção de um conceito por intermédio de um conceito prévio. Este processo é de interação recíproca (embora, não necessariamente, os dois conceitos sejam afetados na mesma intensidade) e implica, portanto, que tanto o conhecimento prévio como o novo conhecimento se modificam no processo, restando o conhecimento prévio adaptado de modo a acomodar o conhecimento novo. Isso levaria, ao fim, embora não ao abandono das concepções prévias, a uma modificação tal da estrutura cognitiva pré-existente de forma que, após a aprendizagem, ela pouco se assemelhasse à que existia antes. Quer dizer, aquilo que chamamos de zonas “pré-científicas” no contexto do Perfil Conceitual, teriam sido eliminadas para fazer emergir uma única zona, a saber a que corresponde ao conhecimento cientificamente aceito naquele contexto.

Também em trabalho no contexto da formação inicial de professores, Silva Júnior (2011) parte do perfil conceitual de radiação (quatro zonas: familiar, energética clássica, fotometria física e a energética quântica) proposto por Zaiane (2003) para caracterizar e analisar o perfil conceitual de radiação dos alunos de uma disciplina de Evolução da Física II (disciplina do 8º período do curso¹¹). A coleta de dados é feita com o auxílio de questionários semiestruturados. Quando sondados sobre o ensino de radiação, o autor observou, na maioria dos alunos, manifestações com predominância da zona “energética quântica”. A respeito do conceito de radiação, embora alguns alunos tenham apresentado predominância na zona “familiar” do perfil, a maioria deles revelou um perfil também de predominância da zona “energética quântica”. Entretanto, quando comparados os perfis conceituais médios de dois grupos (G1 – alunos até o 6º período e G2 – alunos do 7º período em diante), verificou-se que só houve manifestações relacionáveis à zona “energética quântica” do perfil dentre os alunos do grupo G2. Tais observações depõem a favor da ideia de que novas zonas do perfil são criadas durante o processo de especialização sem que as anteriores sejam eliminadas. Convém, nesse ponto, registrar uma crítica à descrição da pesquisa e, mais especificamente,

¹⁰ Embora Mortimer (2001) tenha requerido que uma das principais distinções entre perfil conceitual e perfil epistemológico estava no fato de que aquele considera também o domínio ontológico ao passo que este, somente o domínio epistemológico, não resta dúvida da leitura de Bachelard (2016) que, mesmo implicitamente, ele considera aspectos ontológicos. Assim, tanto perfil conceitual (proposto por Mortimer) como perfil epistemológico surgem de compromissos ontológicos e epistemológicos. Contudo, Souza (2008) propõem também um domínio axiológico para o perfil conceitual, aumentando sua distinção em relação à perfil epistemológico.

¹¹ Apesar disso, devido ao fato de não exigir pré-requisito, também havia alunos dos 6º e 7º períodos entre o público da pesquisa.

ao questionário de coleta de dados utilizado. Observe-se que o trabalho não menciona a forma por meio da qual os dados dos questionários foram tratados e analisados. Ademais, o instrumento é muito limitado, tendo em vista que fornece poucos contextos diferentes para que o aluno possa expressar as mais variadas zonas do perfil conceitual. O autor utilizou a resposta a duas perguntas como fonte para definir o perfil conceitual dos indivíduos. Dada a riqueza inerente a um perfil conceitual, a fim de revelá-lo, sabe-se que é imprescindível que se forneça a maior quantidade possível de situações a fim de que o sujeito tenha a oportunidade de manifestar suas concepções.

Chicórá (2018) teve como objetivo determinar as zonas que compõem o perfil conceitual de força em licenciandos em física e, com o auxílio de uma estratégia de ensino metacognitiva, fazê-los compreender a dinâmica do seu perfil conceitual traçado anteriormente. Para coleta de dados, lançou mão de entrevistas semiestruturadas ao final da intervenção com os participantes. A análise dos dados coletados foi feita com o auxílio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016). A autora observou que, com ajuda da estratégia de ensino adotada, os alunos tomaram consciência do próprio perfil conceitual, algo que “desempenha um papel importante no processo de ensino-aprendizagem” (MORTIMER, 2000, p. 78). Além disso, a autora destaca que essa tomada de consciência é fundamental “para a formação docente, uma vez que proporciona um olhar crítico sobre as situações de aprendizagem com que irá se deparar futuramente” (CHICÓRA, 2018, p. 98).

Percebemos, diante do exposto que, embora o referencial de Perfil Conceitual tenha sido desenvolvido essencialmente na década de 1990, só recentemente esse arcabouço teórico vem adquirindo lugar privilegiado nas pesquisas de mestrado e doutorado. Pode-se observar isso do fato de que apenas três pesquisas nesse contexto foram desenvolvidas entre 2000 e 2010 (uma por programa de pós-graduação de cada região: Sul, Sudeste e Nordeste); outras sete pesquisas entre 2011 e 2015 (três na região Nordeste, uma na região Sudeste, duas na região Sul e uma na região Centro-Oeste); e onze pesquisas entre 2016 e 2020 (cinco na região Nordeste, duas na região Sul, três na região Sudeste e uma na região Centro-Oeste). Isso revela um crescente interesse da academia pela exploração do perfil conceitual, além do fato de que a região Nordeste tem sido a região com maior interesse na temática.

Dentre estes trabalhos, quatro propõem perfis conceituais inéditos (SEPÚLVEDA, 2010; REIS, 2018; BERNARDELLI, 2016; SIMÕES NETO, 2016); dezesseis trabalham com a análise de perfis conceituais a partir de referenciais anteriores (ARAÚJO, 2015; EZEQUIEL, 2016; SANTOS, 2018; DIAS, 2010; SILVA JR., 2011; CHICORA, 2018;

SABINO, 2015; AZEVEDO, 2013; CRUZ, 2015; ZANOTTO, 2015; TRAJANO, 2016; LOPES, 2017; MENEZES, 2019; LEITE, 2018; SILVA, 2017; RODRIGUES, 2009); e um deles analisa os perfis conceituais do público alvo e, por fim, propõe uma modificação do perfil conceitual que utilizou como referência (ALMEIDA, 2016). A notável maioria dos trabalhos que avaliam perfis conceituais a partir de referenciais anteriores, deixa claro que existe uma considerável pesquisa, não elencada em nosso estudo, em virtude de terem sido desenvolvidas em contexto que não o da pós-graduação. Percebe-se que estes referenciais se concentram essencialmente em torno de Mortimer (2011), Amaral e Mortimer (2004; 2001) e Mortimer (2000). Tal fenômeno é razoável tendo em vista estar em Eduardo Fleury Mortimer a gênese do conceito de Perfil Conceitual. No entanto, esse mesmo aspecto revela uma contradição com o fator geográfico, tendo em vista que o pesquisador em questão atua na região Sudeste (UFMG).

Dos trabalhos analisados, somente um se debruçou sobre perfis conceituais no ensino fundamental (SABINO, 2015); outros treze analisaram esse constructo em contextos de ensino médio (SEPÚLVEDA, 2010; AZEVEDO, 2013; CRUZ, 2015; ZANOTTO, 2015; TRAJANO, 2016; LOPES, 2017; REIS, 2018; RODRIGUES, 2009; ARAÚJO, 2015; EZEQUIEL, 2016; SANTOS, 2018) (dois, especificamente, em turmas de EJA (MENEZES, 2019; LEITE, 2018)); e outros sete trabalharam com turmas de ensino superior (ALMEIDA, 2016; BERNARDELLI, 2016; SILVA, 2017; SIMÕES NETO, 2016; DIAS, 2010; SILVA JR, 2011; CHICORA, 2018).

É importante deixar claro que este capítulo sequer tangenciou a totalidade dos trabalhos desenvolvidos a partir da temática dos perfis conceituais. Nosso recorte abarcou tão somente os trabalhos desenvolvidos e defendidos em programas de pós-graduação no Brasil. Entretanto, não podemos deixar de destacar sua importância, tendo em vista que capta a importância que a pós-graduação em ensino de ciências tem dado para essa temática e a dinâmica emergente das pesquisas voltadas para ela.

A análise das pesquisas encontradas permite inferir que o tema perfil conceitual ainda necessita de uma ampla análise e deve continuar sendo objeto de muita investigação, principalmente em contextos de salas de aula onde a ideia de perfil conceitual pode ser útil tanto no planejamento de ensino como da validação dessas estratégias.

Espera-se, por fim, que os resultados desta pesquisa de levantamento bibliográfico contribuam para orientar estudos acerca de temáticas relacionadas aos perfis conceituais de estudantes do nível fundamental, médio e superior. Pois, de toda forma, é notório que ainda

exista uma deficiência e escassa produção de trabalhos, em específico, dissertações e teses voltadas para o Ensino de Física e aos conteúdos conceituais. No mais, considerando de grande valia este tipo de pesquisa, esperamos que possa agregar discussões, contribuir para o ensino, servindo de referência tanto para o Ensino de Física, quanto sobre estudos acerca de perfil conceitual.

3.2 UM LEVANTAMENTO FEITO COM BASE EM ARTIGOS

A fim de obter e fornecer um cenário mais abrangente das abordagens delineadas acerca da temática (Perfil Conceitual) e, conseqüentemente, ampliar o estado do conhecimento apresentado na seção anterior, foi efetuado um novo levantamento. Desta vez, nos dias 14 e 15 de Março de 2022, optamos por consultar artigos disponibilizados nas seguintes bases de dados: Portal de Periódicos CAPES e SciELO.

Em ambas as bases de dados a busca se deu em dois momentos. No primeiro, no Portal de Periódicos CAPES utilizando o meio de busca avançada, preencheu-se os campos com: “Assunto”, “Contém”, “Perfil Conceitual” OU “Perfis Conceituais” E “Assunto”, “Contém”, “Ensino de Física”. Esta busca resultou em 22 artigos. No segundo momento preencheu-se os campos com: “Assunto”, “Contém”, “Mudança Conceitual” E “Assunto”, “Contém”, “Ensino de Física”. Esta busca resultou em 2 artigos.

No primeiro momento, na SciELO, a busca avançada se deu por: “Perfil Conceitual” AND “Ensino de Física” – todos os índices, resultando em 4 artigos. No segundo momento por: “Mudança Conceitual” AND “Ensino de Física” – todos os índices, resultando em 4 artigos. É necessário destacar que diante dos resultados em cada base, não foi estabelecido recorte temporal. Entretanto, foi aplicado (quando disponível na base) filtros do tipo: artigos, idioma em português e revisado por pares.

Além disso, a partir da leitura dos resumos e identificação da repetição de alguns artigos, conservou-se um total de 14 trabalhos. Destes, 5 foram descartados pois, mediante uma leitura integral, foi possível notar um ponto crucial em desacordo com o almejado neste Estado do Conhecimento que foi a ausência de discussões respaldadas em Mortimer, o que acarreta um certo ou total distanciamento da referida temática de Perfil Conceitual. Portanto, 9 artigos serão detalhados na próxima seção.

Logo, é indispensável salientar que apesar da intenção inicial em contemplar pesquisas direcionadas somente a área da Física (isso pode ser percebido pelo termo “Ensino

de Física” utilizado nas buscas), a configuração dos termos e operadores booleanos, aplicados nas duas bases de dados, acabaram propiciando a presença de pesquisas no ensino de Ciências. Por isso, prezando por uma organização, a apresentação dos artigos selecionados se dará em ordem cronológica.

3.2.1 Discutindo o estado do conhecimento

Abaixo (Quadro 4) estão destacados os artigos que serão analisados ao longo da próxima seção.

Quadro 4: Descrição dos artigos a serem analisados

Autores/Ano	Título do trabalho	Periódico	Nível
Nardi e Gatti (2004)	Uma revisão sobre investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências	CAPES	-
Karam, Cruz e Coimbra (2006)	Tempo relativístico no início do Ensino Médio	SciELO	Ensino Médio
Coutinho, Martins e Vieira (2012)	Contribuição da filosofia da microbiologia para fundamentar a zona relacional do perfil conceitual de vida	SciELO	-
Vairo e Filho (2013)	Perfil conceitual como tema de pesquisa e sua aplicação em conteúdos de biologia	SciELO	-
Leitão, Fernandes e Lage (2018)	Investigação de perfis conceituais em uma atividade experimental sobre força magnética no Ensino Médio	CAPES	Ensino Médio
Milani e Arthury (2019)	A introdução de temas em aulas de física: utilização das concepções prévias nos modelos de mudança conceitual e perfil conceitual	CAPES	-
Luccas et al. (2019)	Delineamento do perfil conceitual de avaliação de mestrandos em ensino	CAPES	Superior
Almeida, Ribeiro e Albrecht (2020)	Perfil conceitual de equação: um estudo acerca das concepções de futuros professores de matemática	CAPES	Superior
Silva e Amaral (2020)	Articulando conhecimentos científicos e práticos sobre ácidos/bases: uma análise de formas de falar e modos de pensar de licenciandos em Química e cabeleireiras	SciELO	Superior

3.2.2 Apresentação e análise dos artigos

Nardi e Gatti (2004) apresentam alguns estudos realizados no Brasil sobre concepções espontâneas. Os autores direcionaram esta revisão especialmente a área do ensino de Física, almejando estimular professores não só a tomarem conhecimento da importância dos

conhecimentos prévios dos estudantes, como também contribuir para a permanência das investigações desta natureza no ensino de Ciências. Logo, são apontadas as metodologias utilizadas nas buscas para apurar e, principalmente, compreender as concepções “levadas” a sala de aula, por parte dos estudantes, a respeito do conceito de aceleração (LABURÚ, 1987), velocidade (SILVA, 1988), campo de força (NARDI, 1990) e fenômenos associados à luz (GOULART *et al.*, 1989). Tendo em vista este cenário, também são abordados modelos de ensino dentro de considerações concebidas por pesquisadores como: Hashweh (1986), Solomon (1983), Hewson e Hewson (1992) e Mortimer (1994) a respeito do modelo de Mudança Conceitual proposto por Posner *et al.*, (1982), quando este é reconhecido em investigações voltadas ao ensino e aprendizagem de Ciências. Entretanto, os autores defendem que o ensino como formal “não seja o de alterar simplesmente as ‘teorias’ dos sujeitos, traduzidas em suas concepções, pela teoria científica através de uma mudança radical” mas sim “ser capaz de proporcionar aos indivíduos a compreensão consciente de ambas, permitindo a aprendizagem do conceito científico através de sua diferenciação das noções cotidianas” (p.139).

Karam, Cruz e Coimbra (2006), pretenderam ampliar o Perfil conceitual de tempo. Para isto, foi realizada uma intervenção (dez encontros) em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio. A metodologia adotada contou com a sondagem (pré-teste) das concepções prévias do conceito, para posterior categorização. A intervenção foi marcada por momentos como: discussão histórico-filosófica, medição do tempo, funcionamento de relógios etc., que foram gravados em vídeo para oportunizar análise de episódios de ensino. Em consequência do exposto, no que se refere a ampliação do perfil conceitual de tempo, os autores apresentam as seguintes categorias/zonas (adaptadas a partir das zonas do Perfil conceitual de tempo constituídas por Martins e Pacca (2005)), estas são: Tempo Psicológico, Tempo Cronológico, Tempo Absoluto de Newton, Tempo Discreto, Tempo Determinístico, Tempo e Probabilidade e Tempo Relativístico. Para apurar a validade da metodologia apresentada, os estudantes participantes da pesquisa responderam um questionário (pós-teste). Por fim, pôde-se inferir êxito no estudo em questão, de tal forma que os autores relatam a efetivação das diferentes formas dos estudantes conceberem o conceito de tempo, contribuindo para a efetivação da intenção do estudo ora apresentado.

Diante da definição de vida estabelecida por Bedau (1996 e 1998), vinculada ao modelo de Perfil conceitual (MORTIMER, 1995; 2000) e fundamentada na zona relacional do conceito de vida (COUTINHO, 2005; COUTINHO *et al.*, 2007), o estudo de Coutinho,

Martins e Vieira (2012) pretendem contribuir na aprendizagem de estudantes, quando submetidos ao estudo do conceito em questão, por meio da filosofia da Microbiologia. Nesse sentido, os autores discutem alguns exemplos que julgam serem capazes de influenciar o ensino da Biologia em um viés mais sintético e menos analítico e assim contribuir para uma aprendizagem que favoreça a zona relacional do conceito de vida (zona do perfil que estabelece concepções do conceito vida como adaptação flexível) apontada como satisfatória do ponto de vista científico. Mediante o exposto, os autores salientam a importância da explicitação das características de cada zona - das três estabelecidas: internalista, externalista e realista – e que a obtenção do entendimento esperado no contexto escolar o “caminhar” dos estudantes ao longo de sua trajetória acadêmica se dará em termos de forma geral e positiva, um eixo unificador. É possível captar então um processo de ensino-aprendizagem de acordo com o defendido por Mortimer quando este espera uma aprendizagem onde o aluno tenha consciência das concepções/zonas existente e das relações existentes entre elas.

No ano seguinte, também direcionado a Biologia, Vairo e Filho (2013) buscaram, através de um levantamento bibliográfico (realizado em 2011), responder à questão: Como as pesquisas têm utilizado a teoria e trabalhado metodologicamente a montagem de perfis conceituais? Tendo como foco pesquisas defendidas no âmbito das pós-graduações, o termo “perfil conceitual” foi apurado na base da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações e na base do Banco de Teses da CAPES, sem recorte temporal definido. Após o levantamento e classificação por área de conhecimento, os autores selecionaram seis dissertações e duas teses para analisarem quais os referenciais teóricos e quais metodologias utilizadas a fim de obter resposta a questão central do estudo. Assim, os autores relatam que, apesar de algumas pesquisas não alcançarem estabelecer as zonas do perfil do conceito proposto, as oito pesquisas analisadas se apropriam de um referencial teórico alicerçado a noção de Perfil conceitual desenvolvido por Mortimer (1995) e referenciais complementares e reconhecidos nos estudos sobre Perfil conceitual, a fim de atenderem certas condições pelas quais se estabelece as zonas do perfil de um determinado conceito. Conclui-se ainda a utilização, não somente, de uma metodologia que disponha a categorização das concepções apresentadas pelos estudantes, mas também no emprego de métodos estáticos, implicando tanto para o reconhecimento e crescimento desse referencial teórico no ensino de ciências como para a busca do enriquecimento dos perfis dos alunos.

Com a aplicação de uma sequência didática a uma turma do terceiro ano do ensino médio, Leitão, Fernandes e Lage (2018) almejam um protótipo experimental para o ensino-

aprendizagem do conceito de força magnética. Diante disso, tem-se como objetivo principal investigar uma possível evolução do Perfil conceitual dos estudantes de acordo com o modo que estes se expressam por meio de roteiros de atividades em grupos, partindo da utilização metodológica de conflito cognitivo como estratégia didática para estudo sobre campo magnético e interações magnéticas. Com a categorização das respostas/ideias dos estudantes observa-se o protótipo desenvolvido como ferramenta válida para o processo de ensino-aprendizagem da temática referida, uma vez que o caminho traçado pelos autores se mostra capaz de auxiliar na identificação de obstáculos epistemológicos (prevalecimento de concepções do senso comum - zona intuitiva - acerca do esperado, cientificamente, no estudo do conceito de força, campo elétrico e campo magnético), embora tenha-se registrado uma pequena evolução do Perfil conceitual em relação a zona empírica (justificada pela fragilidade conceitual dos participantes). Por isso, é importante destacar que apesar dos pontos positivos de uma metodologia de ensino partida do conflito cognitivo “ele, por si só, não causa necessariamente um avanço da racionalização e na integração conceitual, não causa necessariamente a expansão das zonas do perfil conceitual relacionadas aos modos científicos de pensar” (p.310).

A partir das perspectivas dos modelos de Mudança conceitual e Perfil conceitual, Milani e Arthury (2019) buscaram analisar as possíveis relações entre os modos como, quatro professores de Física do Ensino Médio, fazem uso das concepções prévias dos estudantes ao longo da introdução de temas, considerando o que cada um (professor) espera que os estudantes aprendam (objetivos de aprendizagem). Para tal estudo qualitativo, os autores selecionaram os professores participantes por meio de um questionário, a fim de identificar quais (de um total de sete) apresentam determinada compreensão sobre as concepções prévias que os estudantes apresentam em sala de aula. Para a coleta de dados foi realizada uma entrevista do tipo semiestruturada, onde as falas/respostas dos quatro professores selecionados foram transcritas, posteriormente, para análise e categorização. Como resultado tem-se que, em relação a introdução de temas, todos os professores destacam a importância de uma discussão inicial que aproxime o máximo o tema proposto com a realidade dos estudantes, a fim de conhecer suas concepções prévias sobre tal. Sobre os objetivos de aprendizagem, a partir da categorização, os autores concluem que três professores tendem ao modelo de ensino do Perfil conceitual e um em ambos os modelos (Mudança conceitual e Perfil conceitual). Entretanto, é notório (até pelos autores) a superficialidade da forma como é inferido se o processo de ensino-aprendizagem se dá em defesa da substituição do conhecimento prévio do

estudante, quando este diverge do conhecimento aceito cientificamente, ou em termos da busca pela evolução das ideias dos estudantes à luz da metodologia apresentada no estudo em questão.

No empreendimento de Luccas et al. (2019), planejou-se três momentos para investigar o perfil conceitual de avaliação, de mestrandos, durante uma disciplina sobre Avaliação e Prática docente. Logo, os dados analisados foram frutos de i) uma avaliação diagnóstica composta por três questões para um levantamento das concepções prévias de cada estudante; ii) agrupamento de respostas semelhantes e iii) categorização geral e das zonas conceituais. Das quatro zonas identificadas (realista, relacional, reflexiva e axiológica) verificou-se o prevalecimento da zona realista, permitindo compreender que, para a maioria dos participantes dessa pesquisa, a avaliação ainda é fortemente ligada apenas ao ato de sondar o grau de aprendizagem dos estudantes (ideia defendida por Lucksi (2011) apresentada no aporte teórico)). Percepções de que “avaliar significa preparar instrumentos adequados e diversificados” de forma “contínua e constante” (p.8), também se destacam na zona emergida.

Mediante uma revisão de literatura, amparada na teoria dos Perfis Conceituais (MORTIMER, 1994), a pesquisa qualitativa, do tipo interpretativa, de Almeida, Ribeiro e Albrecht (2020) pretendeu identificar e compreender as concepções de equação de licenciandos¹² (ingressantes e concluintes) em matemática, acerca do conceito de equação. Para tanto, cento e cinquenta e quatro alunos foram submetidos a um questionário, com finalidade de viabilizar informações sobre a formação e entendimento do conceito, além de investigar as zonas do perfil dos participantes. Os dados coletados foram tratados de acordo com o método de análise de conteúdo (BARDIN, 2011). É importante destacar que a partir das zonas constituídas por meio dos estudos de Ribeiro (2007), Dorigo e Ribeiro (2010) e Barbosa e Ribeiro (2013), os autores apresentam uma sintetização com as seguintes zonas: Pragmática, Geométrica, Estrutural, Processual e Aplicacional. Os resultados indicam que: i) a maioria dos participantes estudaram em escola pública; ii) em relação ao conceito, de modo geral, suas compreensões manifestaram ideias referentes as zonas Pragmática, Processual e Aplicacional, tendo também uma categoria adicional – Outras - para organização de respostas consideráveis, mas que não se encaixavam em nenhuma das cinco zonas apresentadas. A análise das respostas direcionadas a categoria Outras, possibilitou os autores sugerirem não só uma reorganização das ideias que compões a zona Estrutural, uma vez que esta não se

¹² Apesar da menção direcionada a licenciandos, os autores também se debruçam em compreender as concepções, a respeito do conceito, de estudantes do último ano do Ensino Médio. Esse viés foi contemplado na revisão de literatura apresentada.

manifestou nas respostas dos licenciandos, mas também propuseram uma nova zona para o conceito de equação – zona Formal (zona ligada a concepções de conhecimentos sobre resultados e estruturas algébricas subjacentes às equações (p.22)). No mais, diante da diversidade do Perfil conceitual de equação dos futuros professores, o estudo foi capaz de alcançar o seu objetivo.

No mesmo ano Silva e Amaral (2020) buscaram analisar concepções emergidas a respeito do conceito ácido/base entre dois grupos distintos. A partir da perspectiva das comunidades de prática (WENGER, 1998), objetivou-se “compreender o domínio construído por um grupo de cabeleireiras, que diariamente lidam com produtos cujas características de acidez e basicidade são importantes para o tratamento capilar” (p.4). Além disso, pretendia-se também construir subsídios para a elaboração de um estudo de caso socialmente situado para ser trabalhado com licenciandos em química. A partir das concepções apuradas por Silva (2011; 2012), as autoras contam com as zonas que compõem o Perfil conceitual de substância, estas são: generalista, utilitarista/pragmática, substancialista, racionalista e relacional. Foram analisadas transcrições, realizadas em virtude de gravações de áudio executadas durante entrevista individual (semiestruturada) com cada cabeleira participante (de um total de sete). Verificou-se que as cabeleireiras apresentavam um perfil com emergência mais intensa de zonas pragmáticas (concepções em desacordo com o que é cientificamente aceito, esse pragmatismo era muito útil no confronto com situações cotidianas de sua prática). Quanto aos licenciandos, por meio da aplicação de um questionário, nota-se que houve um alargamento de seus perfis conceituais e uma intensificação destas mesmas zonas pragmáticas em virtude do estudo de caso proposto.

De acordo com o exposto e seguindo a linha dos pontos analisados/discutidos no Estado do Conhecimento do capítulo anterior, tem-se no Quadro 5 a seguinte classificação (dada em 4 grupos com características comuns) dos artigos analisados:

Quadro 5: Classificação dos artigos analisados

Propõe Perfil Conceitual	Área do conhecimento	Total
Luccas, Bernardelli, Neto e Lucas (2019).	-	1
Analisam perfis conceituais do público alvo a partir de referenciais anteriores	Área do conhecimento	Total
Leitão, Fernandes e Lage (2018)	Física	2
Silva e Amaral (2020)	Química	
Analisam perfis conceituais do público alvo a partir de referenciais anteriores e propõem modificações	Área do conhecimento	Total
Karam, Cruz e Coimbra (2006)	Física	2

Almeida, Ribeiro e Albrecht (2020)	Matemática	
Desempenham estudo/levantamento/revisão acerca da temática	Área do conhecimento	Total
Nardi e Gatti (2004)	Física	4
Coutinho, Martins e Vieira (2012)	Biologia	
Vairo e Filho (2013)	Biologia	
Milani e Arthury (2019)	Física	

Mediante a quantidade de artigos analisados e da distribuição considerável dentro dos 4 grupos estabelecidos no quadro acima, pode-se inferir que a maior parte, quatro, dos artigos se concentram em estudos/levantamento/revisão sobre a temática de Perfil Conceitual. Isso implica em pesquisas destinadas a contribuir para o ensino e aprendizagem de Ciências, desde a busca em compreender como se tem trabalhado metodologicamente com tal modelo de ensino, montagem de perfis, até a estimulação para continuidade de estudos dessa natureza. E isso parece se cumprir ao levar em conta que, embora este Estado do Conhecimento não alcance todos os contextos possíveis, identifica-se uma presença contínua de cinco estudos realizados entre os anos de 2018 e 2020, enquanto em período de tempo, seis vezes maior, de 2004 a 2017 identifica-se apenas quatro estudos.

Nota-se também uma certa proporcionalidade quanto ao contexto. Três no ensino médio (KARAM; CRUZ; COIMBRA, 2006); (LEITÃO; FERNANDES; LAGE, 2018); (MILANI; ARTHURY, 2019), três na pós-graduação (LUCCAS; BERNARDELLI; NETO; LUCAS, 2019); (SILVA; AMARAL, 2020); (ALMEIDA; RIBEIRO; ALBRECHT, 2020) e três em nível geral de ensino (LUCCAS; BERNARDELLI; NETO; LUCAS, 2019), (VAIRO; FILHO, 2013) e (NARDI; GATTI, 2004), o que acaba por contemplar o contexto do ensino médio (tendo em vista que nenhum, dos nove artigos, se concentrou diretamente a este contexto). De toda forma, de acordo com os dados, estes colaboram para o planejamento de atividades, com potencial, a fim de amenizar as dificuldades presentes/relacionadas na/a sala de aula (professor/aluno) em diferentes níveis de ensino de Ciências na educação brasileira.

No entanto, quando verificada as regiões nas quais as pesquisas foram desenvolvidas/aplicadas, revela-se: apenas uma na região Sul (LUCCAS; BERNARDELLI; NETO; LUCAS, 2019), uma articulada entre a região Sul e Sudeste (ALMEIDA; RIBEIRO; ALBRECHT, 2020), uma na região Nordeste (SILVA; AMARAL, 2020) e uma na região Norte (MILANI; ARTHURY, 2019). As demais pesquisas, ou seja, Coutinho, Martins e Vieira (2012), Vairo e Filho (2013), Leitão, Fernandes e Lage (2018), Nardi e Gatti (2004) e

Karam, Cruz e Coimbra (2006), não fornecem indicadores suficientes para esse tipo de especificação.

De modo comparado aos trabalhos analisados no Estado do Conhecimento da seção anterior (dissertações e teses), todos os artigos ora apontados citam o referencial proposto por Mortimer e reconhecem a sua relevância tanto para a pesquisa quanto para o processo de ensino-aprendizagem não só em Física, mas em todo o ensino de Ciências. Portanto, desejamos que essa questão possa corroborar com o que aqui esperamos: evidenciar cada vez mais o referencial sobre Perfil Conceitual.

4 METODOLOGIA

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Demo (1995, p.11) o termo *Metodologia* significa “[...] estudo dos caminhos, dos instrumentos usados para se fazer ciência”. Considerando, então, que não há uma metodologia de pesquisa padrão, visto que todas acabam apresentando determinadas vantagens e limitações, torna-se importante que o pesquisador esteja ciente de que sua escolha influencia diretamente no rumo e nos resultados da sua pesquisa. Por isso, procura-se aqui, apresentar informes para uma boa compreensão do método da pesquisa.

A presente pesquisa busca, a partir do conhecimento do perfil conceitual prévio e, conseqüentemente, dos obstáculos epistemológicos e ontológicos construídos ao longo do percurso de vida dos indivíduos da pesquisa, observar a prática de ensino de uma Unidade de Aprendizagem Ativa (UAA) com o intuito de analisar o discurso em sala de aula, acompanhando as interações e a movimentação do perfil conceitual do conceito físico de força dos estudantes, a partir da avaliação de suas zonas do perfil no processo da troca dialógica de significados do conceito.

Para a realização desta pesquisa foi feito um levantamento bibliográfico (estado do conhecimento) em: dissertações, teses e artigos de periódicos que abordam perfil conceitual no ensino de Ciências. Com esse levantamento bibliográfico, nosso objetivo foi conhecer até que ponto o referencial teórico da Teoria dos Perfis Conceituais tem sido tema de discussão, bem como compreender como o conceito de “força” tem sido tratado dentro dessa perspectiva.

Para alcançar seus objetivos, a presente pesquisa se ampara em uma abordagem de cunho qualitativa. A “[...] metodologia qualitativa se preocupa em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes e tendências de comportamento” (MARCONI; LAKATOS, 2008, p. 269). Assim, tendo em vista que a

pesquisa qualitativa busca entender um fenômeno específico em profundidade, nela “o pesquisador tem um contato direto com o ambiente e o objeto de estudo e valoriza mais o processo do que o resultado final, objetivando a compreensão dos fenômenos sob o ponto de vista dos sujeitos, isto é, dos participantes da situação de estudo” (GODOY, 1995 *apud* SABINO, 2015)

Buscando descrever a realidade em uma sala de aula sobre o conceito físico de força, esta pesquisa classifica-se como um estudo de caso. Segundo Gil (2007) este método pode ser compreendido como um estudo aprofundado (seja sobre um indivíduo, um grupo, uma organização ou fenômeno) que, por sua vez, pode ser aplicado nas diversas áreas do conhecimento. Ainda conforme o autor, o estudo de caso possibilita, por exemplo, que o objeto estudado tenha sua natureza e caráter preservados, a formulação de hipóteses e teorias e a explicação de variáveis em situações ainda que sejam complexas.

4.2 SUJEITOS E CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada com 13 alunos matriculados na 1º série do Ensino Médio do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, localizado na cidade de Mossoró/RN. A instituição não foi escolhida de forma aleatória, mas sim por ser uma das instituições em que a pesquisadora se encontra matriculada em virtude da associação do programa de Pós-Graduação em Ensino com a UERN, UFRSA e IFRN da qual faz parte. Cabe ressaltar que o número de alunos presentes nas aulas foi variado, uma vez que a participação dos alunos foi de forma voluntária. A UAA, bem como a intervenção foi realizada pelo professor da área de Física da instituição e orientador desta pesquisa. Foram 6 encontros extraclasse realizados uma vez por semana, com duração de uma hora e meia, entre os meses de Junho e Julho de 2022.

4.3 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

4.3.1 Pré e Pós-testes

Em um primeiro momento, foi aplicado um pré-teste - questionário - antes do professor da turma abordar o conteúdo de “força”. Neste caso, além de nos servir como dados para a pesquisa em si, também nos serviu de auxílio para compreender os obstáculos que os discentes possuíam. A partir da primeira aula em que foi desenvolvido o conceito de força,

foi feita a observação da prática (do desenvolvimento da aula) com a metodologia de ensino proposta pelo professor.

Durante todo o trabalho com a UAA foram feitas observações das contribuições, as intervenções, as negociações de significado, as inquietações dos alunos, etc. e os registros foram feitos por meio de vídeo-gravação dos episódios de aula, bem como por meio de diário de bordo da pesquisadora e das análises das produções dos discentes. É importante destacar que após a realização da UAA foi aplicado um pós-teste, uma vez que possibilitou medir os seus perfis conceituais, bem como saber se o procedimento instrucional a que foram submetidos auxiliou na evolução desses perfis.

Questionários podem ser definidos como “um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 201).

Os questionários foram compostos por questões abertas e fechadas no pré-teste e apenas questões abertas no pós-teste, a fim de investigar as zonas do perfil conceitual proposto. As questões utilizadas no pré-teste (Anexo 1) foram propostas e disponibilizadas por Radé (2005). A parte objetiva é constituída por algumas questões do *Force Concept Inventory – FCI* (HESTENES; WELLS; SWACKHAMER, 1992). Já as questões abertas, foram constituídas pelo próprio autor. Em relação ao pós-teste (Apêndice 1), foi baseado no *Inventory of Basic Conceptions Mechanics - IBCM* (HALLOUN, 2007).

Portanto, em outras palavras, os pré e pós-testes – questionários – auxiliarão para mostrar como se apresenta o perfil conceitual dos alunos antes de eles serem instruídos e como se apresentará o perfil conceitual depois de eles serem instruídos.

4.3.2 Análise dos dados dos questionários

Com a aplicação do pré-teste (modelo aplicado encontra-se no Anexo 1 desta pesquisa) as respostas/concepções dos alunos foram analisadas de acordo com a categorização do questionário desenvolvida por Radé (2005). A categorização, bem como as concepções relacionadas a cada zona (das oito), do perfil conceitual de força, preparada pelo autor citado, segue apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Zonas e concepções do perfil conceitual de força.

Zona	Concepções	Questão/Alternativa
------	------------	---------------------

I	Noção indistinta; animista e antropocêntrica.	
II	Força dual, reguladora, de origem divina, inerente à matéria, atuando por contato.	
III	Força como ‘simpatia’, corpórea, inerente ao objeto, de natureza ou origem divina, agindo à distância. Resistência ao movimento do objeto como força (<i>vis resistiva</i>).	
	Gravidade intrínseca à massa	3e
	A maior força determina o movimento	
	Compromisso de forças determina o movimento	2c; 1a
	Última força a agir determina o movimento	4a
	Apenas agentes ativos exercem forças	8d; 12a
	Movimento implica em força ativa	11a
	Ausência de movimento implica ausência de forças	12e
	Velocidade proporcional à força aplicada	
	Maior massa implica em maior força	8b
	Agente mais ativo produz a maior força	8c
	Força centrífuga	2c,d,e
	Obstáculos não exercem força	8e; 12a
	Massa faz objetos pararem	11a,b
	Gravidade ajudada pela pressão do ar	12c
	Visão funcional de força	
IV	Ímpetus fornecido por impacto	11d
	Perda/recuperação do ímpetus	2d, 4c,e
	Dissipação de ímpetus	3a,b,c; 1c; 11b
	Formação gradual/retardada do <i>ímpetus</i>	4d; 11e
	Ímpetus circular	2a,d
	Gravidade atua depois que o <i>ímpetus</i> se esgota	1c
V	1ª Lei de Newton	2b; 4b
	2ª Lei de Newton	4b
	3ª Lei de Newton	8a
	Força vetorial, componível segundo a regra do paralelogramo.	
	Visão relacional de força	
	Visão newtoniana de força	7
	Força passiva de contato com sólido	12b,d
	Atrito se opõe ao movimento	11c
	Força de empuxo de contato com fluido	12d
	Gravitação	12b,d; 3d
	Trajetória parabólica do projétil	1b
VI	Forças de troca (interação) entre partículas	
	Forças de troca (interação) entre partículas	
VII	Força relativística	
VIII	Força como curvatura do espaço	

Fonte: adaptado de Radé (2005).

Com isso, feita a categorização inicial com os resultados do pré-teste (questões objetivas), delineamos o perfil conceitual de força dos alunos envolvidos neste primeiro momento da pesquisa, pois com as respostas das questões abertas, nos empenhamos em verificar as zonas emergidas em seus discursos, a partir da EZP - extensão da zona do perfil. Portanto, para obtermos o valor da EZP de cada zona, contamos a quantidade de vezes que

cada zona se manifestou em cada resposta objetiva e somamos com a quantidade de vezes que cada zona se manifestou nas respostas abertas.

Posteriormente, após a proposta de ensino (UAA) do professor da turma participante e aplicação do pós-teste, foi traçado o perfil conceitual final dos participantes, também em conformidade com o valor obtido através da EZP (somatória das manifestações de cada zona), a fim de obtermos, com os resultados, uma melhor compreensão da evolução das zonas do perfil conceitual de cada um dos alunos que compuseram o público-alvo deste estudo. O pós-teste foi composto por questões abertas, baseadas no *Inventory of Basic Conceptions Mechanics* – IBCM (HALLOUN, 2007) que apresentam situações problemas diferentes daquelas do pré-teste. O objetivo é observar se os discentes conseguiram generalizar o que aprenderam e não simplesmente reproduzir respostas prontas à problemas padrão já conhecidos.

Como forma de contribuir para um melhor acompanhamento e entendimento da movimentação do perfil conceitual de cada um dos alunos, será produzida uma planilha no Excel®. Nela serão lançadas as respostas dos participantes que corresponderão aos resultados do pré e pós-teste e as principais falas durante o andamento da UAA. A partir disso, este instrumento fornecerá gráficos, possibilitando um panorama do perfil conceitual de força, tanto de forma individual, como de uma forma geral, das turmas envolvidas.

4.3.3 Estudo qualitativo da dinâmica discursiva

Como suporte ao nosso estudo qualitativo, buscando alcançar os fins desta pesquisa, utilizamos instrumentos do tipo: vídeo-gravações e diário de bordo.

A respeito das vídeo-gravações, estudos tem indicado que a associação das imagens em movimento com o áudio são uma ótima fonte de elementos em pesquisas educacionais. No estudo de Garcez, Duarte e Eisenberg (2011), por exemplo, as autoras apresentam algumas pesquisas realizadas por outros pesquisadores que se aparam na utilização de vídeo-gravações e que relatam a sua importância, em virtude da possibilidade de considerar pontos (atitudes, falas e expressões) que dificilmente seriam considerados com outro instrumento.

Uma das pesquisas citadas pelas autoras mencionadas anteriormente é a de Carvalho (2004) que desde 1990 tem recorrido as vídeo-gravações em estudos na área do ensino de Física, focando sempre numa melhor compreensão e detalhamento a respeito do processo de

ensino-aprendizagem, levando em conta tanto o discurso do professor quanto o dos estudantes, bem como a forma dos estudantes construírem os conhecimentos científicos em sala de aula. Para isso, Carvalho (2004) atenta para que a filmagem seja feita da aula completa, já que não há como presumir o acontecimento de um momento considerado relevante.

O diário de bordo foi mais um instrumento utilizado, também configurado como uma boa fonte de coleta de dados para pesquisas acadêmicas/práticas pedagógicas, por possuir um caráter de narração de percepções em virtude de experiências pessoais por meio de uma escrita livre. Segundo Porlán e Martín (1997, p. 19) o diário de bordo pode ser entendido como sendo “um guia de reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução e sobre seus modelos de referência”.

Nesse sentido, o exercício de escrita (de natureza pessoal) no diário de bordo pode ser relacionado ao ato de pensar, podendo ser utilizado no acompanhamento do andamento de pesquisas no ambiente escolar. Assim, foi registrado através da combinação de vídeo-gravações e anotações todo o desenvolvimento da presente pesquisa.

4.3.3.1 Estrutura analítica do discurso

Tendo em mente que a estrutura da análise do discurso em sala de aula (em especial das salas de aula de ciências), proposta por Mortimer e Scott (2002; 2003) busca caracterizar as formas como o/a professor/professora e estudantes interagem durante o processo de produção de novos significados através do uso da linguagem e que sua estruturação, relativa as interações entre os sujeitos, se dá em três dimensões (o foco de ensino, as abordagens comunicativas e as ações), torna-se necessário apresentar, aqui nesta seção, os aspectos que compõem as três dimensões citadas e que foram consideradas durante a realização desta pesquisa.

A ferramenta proposta compreende os cinco aspectos presentes no Quadro 6 abaixo.

Quadro 6: aspectos da análise do discurso desenvolvidos por mortimer e scott (2002; 2003)

I. Focos de ensino	II. Abordagem	III. Ações
1. Intenções do professor	3. Abordagem comunicativa	4. Padrões de interação
2. Conteúdo		5. Intervenções do professor

Fonte: Amaral e Mortimer (2007).

É importante destacar que, conforme o que é pretendido neste trabalho, nos detemos apenas nos quatro primeiros aspectos. O primeiro diz respeito as intenções do professor. Para Mortimer e Scott (2002) as intenções podem variar e estão relacionadas ao planejamento das atividades que serão propostas, buscando desenvolver a “estória científica”, ou seja, a partir de uma abordagem acessível, buscar a tomada de consciência (por parte dos estudantes) do ponto de vista da ciência sob a orientação do professor. Para uma melhor compreensão, segue abaixo as intenções sugeridas pelos autores que caracterizam este primeiro aspecto.

- Criar um problema.
- Explorar e/ou checar as ideias dos alunos.
- Introduzir e desenvolver a ‘estória científica’.
- Guiar os alunos no trabalho com as ideias científicas e dar suporte ao processo de internalização.
- Guiar os alunos na aplicação das ideias científicas e na expansão do seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e a responsabilidade por esse uso.
- Manter a narrativa: sustentando o desenvolvimento da ‘estória científica’.

Sobre o segundo aspecto, referente ao conteúdo do discurso, Mortimer e Scott (2002; 2003) salientam a existência de diversos tipos de conteúdo que são tratados nas interações no contexto da sala de aula e que compõem três categorias associadas entre a linguagem cotidiana e a científica durante o andamento da “estória científica” estas são: descrição, explicação e generalização. De maneira sucinta, Mortimer e Scott (2002, p. 289) esclarecem as principais características que são consideradas em cada categoria.

A primeira categoria (descrição) abrange enunciados que se referem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço-temporais desses constituintes. Sobre a segunda categoria (explicação), o conteúdo do discurso diz respeito quando são importados modelos teóricos ou mecanismos para se referir a fenômenos ou sistemas específicos. Já a terceira categoria (generalização), contempla as duas categorias anteriores, ou seja, quando os enunciados se referem a descrições e explicações que são independentes de um contexto específico, o conteúdo da sala de aula se volta para a generalização. Estas categorias, que, por sua vez, ainda possuem distinções estabelecidas por Mortimer e Scott (2002; 2003), podem ser caracterizadas como empíricas ou teóricas, pois quando se aplicam/utilizam referentes¹³ que podem ser diretamente observáveis são

caracterizadas como empíricas e quando não, são consideradas teóricas, uma vez que são criados mediante um discurso teórico da ciência.

Na segunda dimensão tem-se o terceiro aspecto (abordagem comunicativa). Mortimer e Scott (2002; 2003) o tratam como o elemento central, pois está relacionada com a comunicação do professor com os estudantes, visto que por meio desse aspecto é possível identificar e compreender se: i) há interação entre eles (professor e estudantes) e, também, se ii) o professor considera ou não as ideias dos estudantes no processo de construção de significados na sala de aula. Ainda sobre a abordagem comunicativa, a mesma pode ser caracterizada a partir de dois eixos, a saber: discurso dialógico ou de autoridade e discurso interativo ou não-interativo.

Os autores ligam o primeiro eixo (dialógico ou de autoridade) com duas situações consideradas extremas que podem acontecer na sala de aula. Estas são: quando os diferentes pontos de vista (vozes), são considerados, ou quando apenas um ponto de vista é levado em conta no momento da interação entre professor e estudante. Em relação ao segundo eixo (interativo ou não-interativo), tem ligação ao face-a-face na sala de aula, em outras palavras, pode-se dizer que quando ocorre alternância em turnos de fala é uma abordagem interativa e quando não ocorre o discurso é considerado não-interativo.

É importante destacar que esses dois eixos constituem quatro classes de abordagem comunicativa interativo dialógica, interativo de autoridade, não-interativo dialógico, não-interativo de autoridade. Para melhor compreensão segue o Quadro 7.

Quadro 7: Classes de abordagem comunicativa segundo Mortimer e Scott (2003)

DISCURSO	Interativo	Não-Interativo
Dialógico	Interativo / Dialógico	Não-interativo / Dialógico
De autoridade	Interativo / De autoridade	Não-interativo / De autoridade

Fonte: Amaral e Mortimer (2007).

Assim, de maneira breve, cada uma dessas quatro classes, podem ser definidas conforme Mortimer e Scott (2002) apontam, a saber:

i) interativo/dialógico: Percebe-se a participação de mais de uma pessoa. Comumente o professor e estudantes exploram ideias, formulam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista na interação.

¹³ Constituintes ou propriedades de um sistema ou objeto.

ii) não-interativo/dialógico: Apenas uma pessoa está envolvida, entretanto é considerado mais de um ponto de vista. Comumente, o professor sintetiza vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.

iii) interativo/de autoridade: Percebe-se a interação de mais de uma pessoa, porém apenas um ponto de vista é considerado. Comumente, o professor conduz os estudantes através de uma sequência de perguntas e respostas, tendo como objetivo chegar a um ponto de vista específico que, geralmente, é o da ciência escolar.

iv) não-interativo/de autoridade: Apenas uma pessoa apresenta enunciados e apenas um ponto de vista é considerado. Comumente, o professor apresenta um único ponto de vista específico, que, geralmente, é o da ciência escolar.

O quarto aspecto desta ferramenta (último aspecto a ser considerado nesta pesquisa), em razão das diversas abordagens comunicativas, trata sobre alguns padrões de interação entre o professor e os estudantes na sala de aula. Nesse sentido, de acordo com Mehan (1979), Mortimer e Scott (2002; 2003) destacam duas categorias mais comuns dentro deste aspecto, o padrão triádico I-R-A que abrange a iniciação do professor (I), a resposta do estudante (R) e a avaliação do professor (A), e as interações não-triádicas (em cadeias) I-R-F-R-F... onde o professor expõe um *feedback* (F) com o intuito do aluno elaborar melhor a sua explicação/fala e, também, o I-R-P-R-P no qual o professor realiza uma ação discursiva possibilitando o aluno a prosseguir (P) com a sua explicação/fala. Os autores ainda sinalizam que estas cadeias podem ser fechadas quando são finalizadas por uma avaliação (A) do professor ou abertas quando o professor não a faz.

Mehan (1979) ainda amplia a caracterização dos padrões de interação em sala de aula com quatro tipos de iniciação (I), dois tipos de respostas (R) e dois tipos de avaliação (A) e prosseguimento (P) como apresentado no Quadro 8 abaixo.

Quadro 8: Categorias para a caracterização de padrões de interação em sala de aula

Tipos de iniciação	
Iniciação de escolha (I _e)	O retorno deve ser para concordar ou discordar.
Iniciação de produto (I _f)	O retorno deverá ser uma resposta factual.
Iniciação de processo (I _p)	O retorno representa uma opinião ou interpretação
Iniciação de metaproceto (I _m)	O retorno é uma reflexão sobre o processo.
Tipos de respostas	
Relativa à iniciação (R)	Reflete o tipo de iniciação feita, podendo ser uma escolha, uma resposta factual, uma opinião ou interpretação, ou uma reflexão sobre o processo.
Relativa à avaliação	Resposta completa Resposta parcialmente completa Resposta incorreta ou assimétrica Ausência de resposta.

Tipos de avaliação e prosseguimento	
Avaliação positiva (A)	Finaliza a sequência.
Prosseguimento (P)	Avaliação negativa. Repetição da iniciação. Simplificação da iniciação. Outros.

Fonte: Amaral e Mortimer (2007).

Considerando o cenário exposto, que norteia este trabalho acerca das interações discursivas na sala de aula, torna-se necessário apontar a utilização de alguns instrumentos metodológicos, visto que a análise das interações discursivas “tem como ponto de partida os dados obtidos na observação da sala de aula, por meio das gravações em vídeo, das transcrições [...] e do diário de campo” (AMARAL; MORTIMER, 2007, p. 244).

Assim, adotando a metodologia proposta por Amaral e Mortimer (2007) aderimos uma análise por meio de:

- i) episódios de ensino (através das gravações em vídeo posteriormente transcritos) que, segundo os autores, são vários enunciados que geram o contexto da dinâmica de um ou mais significado referente a aprendizagem de um determinado conceito.
- ii) organização e sistematização dos dados (gravações e transcrições no diário de campo) por meio da elaboração de mapas de atividades, a partir da etnografia interacional, proposta por Gre e Green (1998). Por sua vez, Castanheira (2004) explica que esta estratégia exige a compreensão de como a vida na sala de aula é construída discursivamente pelos sujeitos e como são realizadas as oportunidades de aprendizagem para os mesmos, ao longo de suas interações (sejam elas verbais e não-verbais).

4.3.3.2 Análise dos dados do discurso

A partir do exposto na seção anterior, os dados obtidos foram analisados de acordo com os quatro aspectos da ferramenta analítica do discurso proposta por Mortimer e Scott (2002; 2003) e utilizada por Amaral e Mortimer (2007). Para tanto, com as vídeo-gravações das aulas, foram feitas transcrições na íntegra à medida que os registros forem assistidos. A partir destas transcrições (vídeo-gravações) e das anotações efetuadas no diário de bordo da pesquisadora (em virtude das observações feitas durante as aulas), foi feita uma leitura criteriosa do material transcrito e, posteriormente, elaboramos mapas de atividades.

Segundo Amaral e Mortimer (2007), a elaboração de mapas de atividades - que parte de uma perspectiva etnográfica, visando a organização e sistematização dos dados construídos

na sala de aula (GEE; GREEN, 1998) - colabora tanto para a contextualização dos enunciados (gerados durante a aula) como serve de orientação no momento de selecionar os episódios de ensino que utilizaremos para a análise. Vale destacar então que após a elaboração dos mapas de atividades selecionamos os episódios representativos a serem analisados.

É importante destacar que as transcrições das interações discursivas (episódios de ensino) foram realizadas utilizando alguns códigos de sinais¹⁴, sendo eles:

- (+) para expressar pausas e entonações nas falas dos sujeitos;
- () quando houver dúvidas sobre o que estiver sendo transcrito;
- (()) para comentários feitos pelo(a) analista;
- / quando houver truncamentos bruscos da fala dos sujeitos;
- ... para hesitação ou fala não concluída;
- (...) para omissão de trechos da transcrição e
- Uso de letra maiúscula para ênfases importantes.

Os episódios por sua vez foram divididos em segmentos. Assim, Mortimer e Amaral (2007, p. 263) esclarecem que os episódios (como mencionado na seção anterior) são definidos como “um conjunto de enunciados que cria o contexto para a emergência de um determinado significado ou de alguns significados relacionados” e os segmentos “constituem a menor unidade para análise da relação entre aspectos discursivos e epistemológicos” e é “representativo de uma zona do perfil conceitual [...] e de um enunciator” (AMARAL; MORTIMER, 2007, p. 266).

Em outras palavras, os autores enfatizam que, um episódio é considerado como um segmento do discurso que possui linhas perceptíveis a respeito do conteúdo temático ou das tarefas desenvolvidas na sala de aula. É preciso ter em mente que no momento em que é introduzido um novo conteúdo temático ou uma nova tarefa, é quando, de fato, inicia-se um episódio, sendo considerado como um episódio finalizado no momento em que professor/aluno lança um novo tema ou tarefa.

Neste cenário, para cada um dos encontros dos quais foram extraídos episódios de aula para análise, construímos um mapa, estruturado nas seguintes informações: o tempo empregado em cada uma das atividades realizadas pelo professor, a relevância que cada

¹⁴ Sugeridos por Marcushi (2000).

atividade apresentou no contexto de cada aula realizada, e com isso avaliar o tipo da abordagem que foi privilegiada conforme as ideias apresentadas em sala, os temas centrais discutidos a partir dos segmentos durante as atividades, as ações dos professores e estudantes e os comentários gerais sobre o empenho dos estudantes. Para uma melhor compreensão da estruturação dos mapas e como a partir deles serão tratados os segmentos de fala, segue a simulação no Quadro 9.

Quadro 9: Representação de um mapa de atividade de uma determinada aula

Tempo (min)	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dos participantes	Comentários
--	-	-	-	-
--	(EPISODIOS 1.1, 1.2)	-	-	-
--	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de Amaral e Mortimer (2007).

Mediante as transcrições das informações que compõem, de fato, um mapa de atividade, supondo a identificação de dois episódios como exposto no quadro acima, os episódios selecionados foram transcritos e organizados na forma de sequência de turnos de fala que serão categorizadas (em uma coluna específica) de acordo com os padrões de interação entre os sujeitos (professores e alunos). Para garantir o anonimato dos sujeitos participantes desta pesquisa, atribuímos números aos estudantes para designá-los, A1 (aluno 1), A2 (aluno 2) e assim por diante e a letra “P” para o professor, como simulado no Quadro 10 abaixo.

Quadro 10: Representação de um episódio de ensino

1. A1: Transcrição de cada trecho selecionado do referido episódio selecionado	Padrão de interação
2. A2: Transcrição de cada trecho selecionado do referido episódio selecionado	--
3. P: Transcrição de cada trecho selecionado do referido episódio selecionado	--
4. A4: Transcrição do trecho selecionado do referido episódio selecionado	--

Fonte: Adaptado de Amaral e Mortimer (2007).

Primeiramente, após a transcrição do episódio, foi feita uma análise com o intuito de identificar as zonas do perfil conceitual que se apresentarem na discussão, bem como as formas de abordagens utilizadas ao conteúdo, pois com a identificação do/dos enunciador/enunciadores (professor e/ou aluno/alunos) será possível identificar os diferentes segmentos que compõem o episódio. Em seguida foram analisados os aspectos discursivos (as

intenções do professor, as formas de abordagem ao conteúdo, as classes de abordagem comunicativa e os padrões de interação), como representado no Quadro 11, a seguir.

Quadro 11: Representação de síntese da análise de episódio de ensino

Turnos e sujeitos do discurso	Zonas do perfil	Abordagem do conteúdo	Intenções do professor	Abordagem comunicativa	Padrões de interação
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--

Fonte: Adaptado Amaral e Mortimer (2007).

Em suma, com o Quadro 11, destacamos o segmento analisado, quais os turnos que o constitui e quais são os sujeitos enunciadore, bem como as zonas do perfil, abordagem do conteúdo, intenções do professor, abordagem comunicativa e os padrões de interação.

Ademais, diante do planejamento dos procedimentos metodológicos aqui abordados, espera-se que ao final da realização deste trabalho o mesmo possa contribuir para educação atual, no sentido de oportunizar um melhor entendimento dos processos discursivos construídos em salas de aulas de ciências, em especial da Física. Auxiliando não só os professores na reflexão de sua prática, como também na aprendizagem dos estudantes por meio de uma participação mais ativa ao longo das aulas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 QUESTIONÁRIO – PRÉ-TESTE

Visando conhecer e analisar o perfil conceitual prévio dos alunos, sobre o conceito físico de força, o questionário ao qual nos referimos como pré-teste (Anexo 1) - composto por 12 questões)¹⁵, foi aplicado a 13 alunos que compareceram a um encontro marcado antes da primeira aula. Pelo fato de o questionário ter sido respondido de forma anônima, os alunos serão identificados pela letra A (aluno) acompanhado da ordem numérica de 1 a 13. Diante desse contexto, no Quadro 12, são apresentadas as zonas emergidas nas respostas fornecidas pelos alunos, na situação proposta de cada questão.

Quadro 12: Zonas do perfil conceitual de força emergidas nas respostas dos alunos participantes

Questões	Alunos												
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
1	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z3	Z5	Z5	Z5	Z5
2	Z3	Z4	Z3 Z4	Z3	Z4	Z4	Z4	Z3	Z3	Z3	Z3	Z5	Z5
3	Z4	Z4	Z4	Z4	Z4	Z4	Z4	Z4	Z5	Z4	Z5	Z4	Z4
4	Z3	Z5	Z4	Z3	Z3	Z3	Z5	Z3	Z5	Z5	Z5	Z3	Z5
5	Z3	Z2	Z2	Z2	Z2	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3
6	Z2	Z2	Z2	Z2	Z2	Z2	Z4	Z3	Z2	Z2	Z2	Z5	Z2
7	Z3 Z5 Z3	Z5 Z2 Z2	Z2	Z5	Z2	Z2 Z5 Z3	Z5	Z2 Z5	Z3 Z5 Z2	Z5 Z5 Z3 Z5	Z5	Z3 Z5	Z5 Z3 Z2
8	Z5	Z3	Z3	Z5	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3
9	Z3	Z5	Z3	Z5	Z5	Z5	Z3	Z5	Z3	Z5	Z5	Z3	Z5
10	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z5
11	Z5	Z3	Z3 Z4	Z3 Z4	Z3 Z4	Z3 Z4	Z3	Z3 Z4	Z3 Z4	Z3 Z5	Z5	Z3	Z5
12	Z5	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z5	Z3	Z3	Z3

Deve-se observar que em determinadas questões, foi identificada mais de uma zona. Logo, como colocado na metodologia, tal categorização permite-nos partir para a obtenção da EZP dos alunos participantes. A seguir, tecemos comentários sobre as zonas que emergiram em cada uma das questões. Faremos isso em bloco. Inicialmente, discutimos as questões objetivas (1, 2, 3, 4, 8, 11 e 12); em seguida, discutimos as questões abertas (5, 6, 7, 9 e 10).

¹⁵ Utilizamos 12, das 16 questões propostas por Radé (2005), pelo fato das questões 13, 14, 15 e 16 contemplarem situações que abrangem o conceito de força distante da Mecânica Newtoniana.

Nesse sentido, de modo geral, na questão 1, sobre a representação do caminho de uma bala de canhão, disparada horizontalmente, 12 alunos optaram pela alternativa (1b) que corresponde a uma visão conceitual newtoniana de força (zona 5), quando assumida a trajetória parabólica do projétil. Nesta questão, apenas 1 aluno apresentou uma noção na qual expressa que o compromisso de forças determina o movimento (zona 3).

Na questão 2, o problema aborda qual o caminho percorrido por um determinado objeto (esfera), que se encontra presa a uma corda. Esta, por sua vez, é girada horizontalmente e rompida num determinado momento. Diferentemente da questão 1, a alternativa (b) que representa corretamente uma trajetória retilínea e tangencial ao ponto só foi evidenciada por 2 alunos. Isto significa que, apenas 2 alunos marcaram a alternativa referente a noção da primeira Lei de Newton (zona 5). Concepções relacionadas a força centrífuga, compromisso de forças determina o movimento (zona 3), foram manifestadas por 7 alunos. Já concepções acerca do *impetus* circular e perda/recuperação do *impetus* (zona 4), manifestadas por 5 alunos.

Já a questão 3 busca analisar o entendimento que os alunos possuem a respeito das forças que atuam num objeto/corpo. Tendo isso em vista, em relação a uma esfera lançada para cima e com resistência do ar desprezada, um total de 11 alunos apresentaram a ideia de dissipação do *impetus* (zona 4), enquanto apenas 2 alunos consideraram a alternativa correta (d) em termos de força gravitacional (zona 5), pois em conformidade com a segunda Lei de Newton a esfera apesar de possuir uma velocidade para cima, estará submetida a uma aceleração constante para baixo.

Na situação da questão 4, também é objetivado conhecer o caminho que melhor representa quando um disco de hóquei, deslizando com velocidade constante, sofre uma pancada. Tanto as concepções que ressaltam uma visão na qual a última força a agir determina o movimento (zona 3), como concepções coerentes a primeira e segunda Lei de Newton (zona 5), determinada pela alternativa (b), foram apontadas por 6 alunos. Enquanto concepções a respeito da perda/recuperação do *impetus* e formação gradual/retardada do *impetus* (zona 4) foi apontada apenas por 1 aluno.

Sobre a questão 8, envolvendo a terceira lei de Newton, apresenta-se um carro pequeno que ajuda a empurrar um caminhão. Entretanto, apenas 2 alunos marcaram a alternativa correta (a), apresentando a noção de que toda ação corresponde a uma reação de igual intensidade (zona 5), enquanto 11 alunos deram indícios de que maior massa implica em

maior força, apenas agentes ativos exercem forças, agente mais ativo produz a maior força e obstáculos não exercem força (zona 3).

A questão 11 indaga o que acontece quando as forças aplicadas ao caixote são subitamente retiradas. Nas respostas de 10 alunos, foram enfatizadas concepções como: massa faz objetos pararem e movimento implica em força ativa (zona 3). Para 6 alunos: dissipação de *impetus*, *impetus* fornecido por impacto e formação gradual/retardada do *impetus*. E, optando pela alternativa correta (c), somente 4 alunos demonstram noção de atrito se opõe ao movimento (zona 5).

Por outro lado, a questão 12 problematiza quais as forças atuantes quando um livro se encontra deitado sobre o tampo de uma mesa. Concepções do tipo: apenas agentes ativos exercem forças, obstáculos não exercem força, gravidade ajudada pela pressão do ar e ausência de movimento implica ausência de forças (zona 3), foram associadas por 11 alunos. Concepções acerca de força passiva de contato com sólido, gravitação e força de empuxo de contato com fluido (zona 5), foram associadas por 2 alunos, através das alternativas (b) e (d).

No que diz respeito às questões abertas, também foi objetivado indicar as zonas associadas as respostas. Para isso, buscando uma melhor apresentação das respostas dos alunos, criamos alguns quadros. O Quadro 13 corresponde as respostas da questão 5 que possui o seguinte questionamento: como você definiria força?

Quadro 13: Respostas obtidas na questão cinco do pré-teste

Alunos	Respostas	Zonas
A1	Algo que atua sobre algum corpo.	Z3
A2	Algo como pressão.	Z2
A3	Uma manifestação da energia.	Z2
A4	Resultado gerado por um corpo que ao ser suficiente é possível mudar o estado de um outro corpo. Que provoca deslocamento de outro corpo.	Z3
A5	Força é uma ação/fenômeno que ocorre sobre outro corpo, influenciando em uma reação.	Z2
A6	Algo que envolve a energia da matéria (como o Sol que atrai os planetas do sistema solar por causa da sua grande massa).	Z2
A7	Algo maior que age sobre determinada coisa, podendo ser objeto e que causa um impacto sobre ele em sua forma física.	Z3
A8	Força é um forte movimento capaz de movimentar e tirar algo do lugar. Algo capaz de tirar um corpo da inércia.	Z3
A9	Algo que provoca o movimento para algum lugar.	Z3
A10	É o valor resultante de uma conta entre distancia, tempo e velocidade de alguma ação.	Z3
A11	O que pode mover ou alterar a matéria.	Z3
A12	Uma energia que move um corpo.	Z3
A13	Um tipo de movimento exercido contra a inércia de um corpo.	Z3

Por meia das respostas apresentadas, é importante observar que, de acordo com categorização desenvolvida por Radé (2005), apenas duas concepções são associadas a questão 5. Uma visão funcional de força (zona 3) e uma visão relacional de força (zona 5). Contudo, nas respostas coletadas com os participantes desta pesquisa, foram identificadas, em 13 respostas, concepções referentes a força dual, reguladora, inerente à matéria, atuando por contato (zona 2) e em 9 respostas concepções referente a força corpórea, agindo a distância, resistência ao movimento do objeto como força e movimento implica força ativa (zona 3).

No Quadro 14, apresentamos as respostas dos alunos à questão 6, “o que causa uma força?”. Nesta situação, apenas 1 aluno apresentou a noção esperada correspondente a primeira Lei de Newton (zona 5). Por outro lado, 10 alunos contemplam concepções acerca de força dual, reguladora, inerente à matéria, atuando por contato (zona 2), 1 aluno expressa que movimento implica em força ativa (zona 3) e 1 aluno expressa *impetus* fornecido por impacto (zona 4).

Quadro 14: Respostas obtidas na questão seis do pré-teste

Alunos	Respostas	Zonas
A1	A força é causada por várias coisas, sejam por outros corpos, objetos, gravitação ou magnetismo.	Z2
A2	Uma pressão feita contra algo.	Z2
A3	A energia.	Z2
A4	Movimento (ação/ato) de um corpo ao atingir (solo) um outro corpo.	Z2
A5	A reação de um corpo ao outro.	Z2
A6	Liberção de energia.	Z2
A7	Em questões mais simples, a força pode ser causada pelo impacto de dois objetos que se encontram em determinados ritmos.	Z4
A8	Um movimento capaz de movimentar ou tirar algo do lugar.	Z3
A9	A gravidade atuando de diferentes formas.	Z2
A10	Uma ação. Só de estarmos em pé há uma força que nos empurra pra cima.	Z2
A11	Por conta do campo gravitacional.	Z2
A12	Quando a inercia é quebrada.	Z5
A13	Algo como pressão de movimento.	Z2

No Quadro 15, são apresentadas as respostas da questão 7, “que tipos de força você conhece?”. Nota-se que praticamente todos os alunos citaram algum exemplo dentro de uma noção newtoniana (zona 5), exceto 2 alunos (A3 e A5). Assim, foi obtido 13 exemplos referentes a noção newtoniana de força (zona 5) e 14 exemplos (7 exemplos zona 3 e 7 exemplos zona 2), referentes a concepções do período pré-científico.

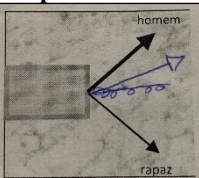
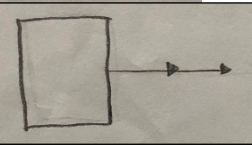
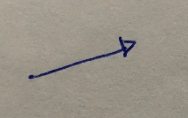
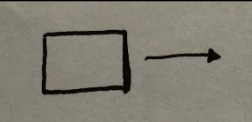
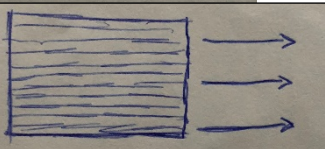
Quadro 15: Respostas obtidas na questão sete do pré-teste

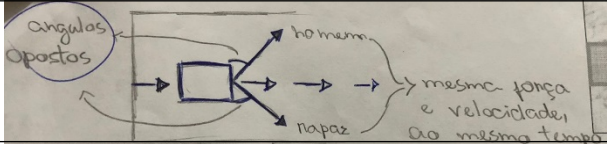
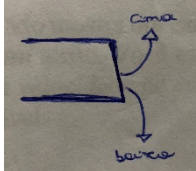
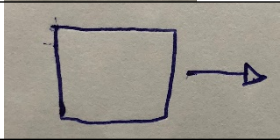
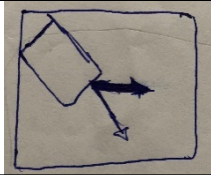
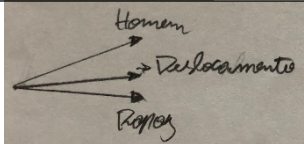
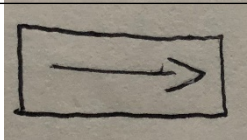
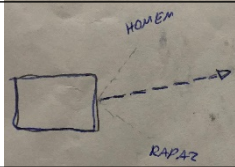
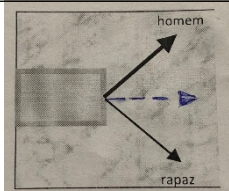
Alunos	Respostas	Zonas
--------	-----------	-------

A1	Eletromagnetismo, gravitacional, centrifuga.	Z3, Z5, Z3
A2	Da gravidade, batida, pressão.	Z5, Z2, Z2
A3	Pressão.	Z2
A4	Gravidade.	Z5
A5	Força atmosférica.	Z2
A6	Gravitacional, atmosférica.	Z5, Z3
A7	A gravidade, por exemplo, é uma força.	Z5
A8	Força atmosférica, gravitacional.	Z2, Z5
A9	Força motriz, força gravitacional e força motora.	Z3, Z5, Z2
A10	Força da gravidade, força de tração, força física, força de atrito.	Z5, Z5, Z3, Z5
A11	Gravidade	Z5
A12	Força centrifuga, motriz.	Z3, Z5
A13	Gravitacional, força de movimento, pressão atmosférica.	Z5, Z3, Z2

A questão 9 objetiva sondar concepções a respeito de composição de forças. Para isso é necessário que os alunos observem uma ilustração e desenhem a direção correspondente ao deslocamento de um caixote puxado por duas pessoas. Os desenhos registrados implicam que: 8 alunos demonstram a noção esperada sobre força vetorial, componível segundo a regra do paralelogramo (zona 5). Estes desenharam uma seta horizontal, apontando para a direita. Já 5 alunos tendem a considerar que a maior força determina o movimento e compromisso de forças determina o movimento (zona 3). É possível conferir todos os desenhos fornecidos no quadro a seguir.

Quadro 16: Respostas obtidas na questão nove do pré-teste

Alunos	Respostas	Zonas
A1		Z3
A2		Z5
A3		Z3
A4		Z5
A5		Z5
A6		Z5

		
A7		Z3
A8		Z5
A9		Z3
A10		Z5
A11		Z5
A12		Z3
A13		Z5

Ligada à questão 9, a questão 10 pede uma explicação sobre o que acontece com o caixote quando este é arrastado com metade da força anterior. Nesta situação obtivemos as respostas apresentadas no Quadro 17, no qual expõe 13 alunos associando velocidade proporcional à força aplicada (zona 3), enquanto apenas 1 aluno considera que o caixote permanecerá em movimento, demonstrando noção da primeira lei de Newton (zona 5).

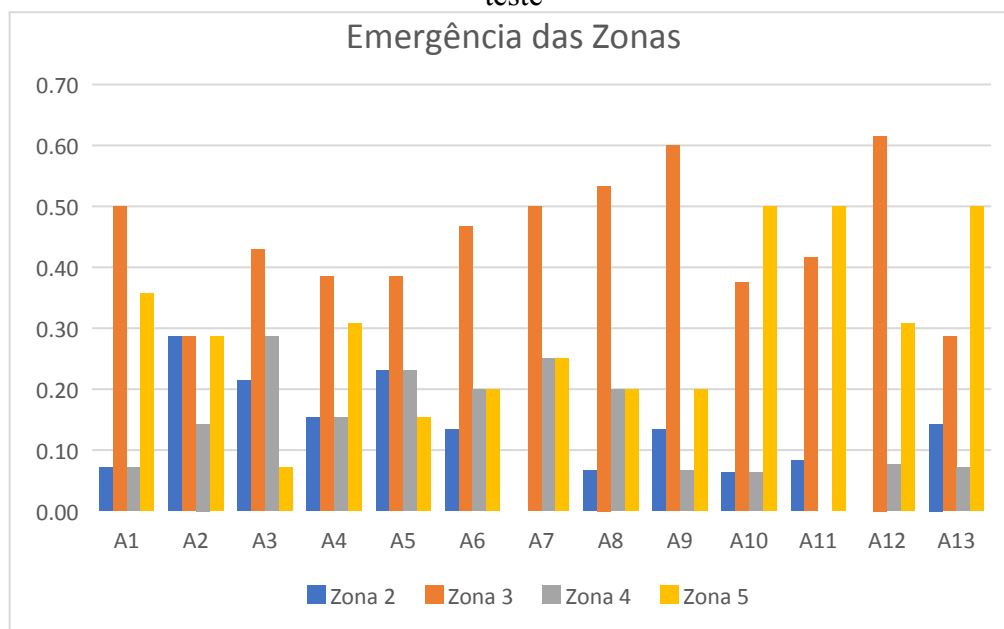
Quadro 17: Respostas obtidas na questão dez do pré-teste

Alunos	Respostas	Zonas
A1	Apenas a velocidade diminuirá.	Z3
A2	Ela ficaria mais lenta.	Z3

A3	A velocidade diminui. Não consigo explicar com clareza.	Z3
A4	A velocidade reduzirá metade também, pois os dois são proporcionais.	Z3
A5	A caixa será impulsionada inicialmente para frente, por causa da constante velocidade, mas logo após a velocidade diminuirá.	Z3
A6	Ela continuará se movendo na mesma velocidade até um certo momento (após o homem e o rapaz diminuírem a velocidade deles) e passará a mover-se de acordo com a velocidade que a puxam.	Z3
A7	O caixote irá andar apenas para cima porque a velocidade dos dois estão iguais.	Z3
A8	Provavelmente a caixa se movimentara mais devagar e talvez não seja uma força suficiente para mover a caixa.	Z3
A9	A caixa se movera menos, pois foi movimentada com metade da força.	Z3
A10	A caixa continuará a se mover, porém, com uma velocidade menos.	Z3
A11	Se deslocara com metade da velocidade.	Z3
A12	Iria continuar sendo arrastada, mas a velocidade seria menos.	Z3
A13	Ela continuará em seu movimento, já que teria um movimento pela lei da inércia.	Z5

Diante das respostas as situações clássicas da Física, em especial do ramo da Mecânica, pretendendo obter uma visão geral (para uma melhor compreensão) da emergência das zonas do perfil conceitual de força dos alunos participantes apresentamos o Figura 1. Esta expõe, através da contagem da quantidade de vezes que cada zona se manifesta nas respostas, a EZP (extensão da zona do perfil) de cada aluno.

Figura 2: Apresentação dos perfis conceituais individuais dos alunos participantes do pré-teste



As informações explicitadas na Figura acima mostram que diferentes zonas emergiram, com exceção da zona 1, que foi omitida, devido ao fato de que, em nenhuma das respostas dos alunos, houve manifestação dessa forma de pensar o conceito de força. Por sua

vez, podemos concluir que, embora os alunos A10, A11 e A13 tenham se destacado por apresentar ideias correspondentes a zona newtoniana (zona 5), ideias representativas do período pré-científico (zona 2 e zona 3) foram predominantes. Incluídos nessa categoria temos os alunos A1, A2, A3, A5, A6, A8, A9 e A12. Destes, observa-se que os alunos A3, A5, A6 e A8 também se destacam, junto com o aluno A7, por apresentarem ideias representativas da categoria pré-newtoniana (zona 4).

5.2 ANÁLISE DO DISCURSO

A unidade de aprendizagem ativa foi elaborada para submeter os alunos a situações nas quais o foco de discussão fosse a respeito do conceito de força, oportunizando então o desenvolvimento da “estória científica” em sala de aula de forma oral, escrita, individual e coletiva.

Nas próximas seções buscaremos analisar os dados de acordo com os quatro aspectos já apresentados na metodologia, ou seja: as intenções do professor, o conteúdo, a abordagem comunicativa e o padrão de interação.

5.2.1 Análise da intervenção pedagógica

5.2.1.1 Primeiro encontro

No primeiro momento desta intervenção, o professor entrega e orienta os alunos sobre a utilização dos QR Codes (Plickers), como forma de apresentarem suas respostas quando submetidos aos problemas conceituais (questões objetivas, com alternativas de A à D) apresentados durante o encontro. O professor esclarece: i) que os problemas conceituais estão de acordo com o material (texto roteiro e videoaulas) compartilhado antecipadamente; ii) que os alunos terão em torno de 3 a 5 minutos para responderem individualmente; iii) as possibilidades do andamento da aula de acordo com as respostas fornecidas.

Sendo assim, os alunos foram comunicados que se, a partir das respostas fornecidas, o nível de acerto for entre 40% e 60% eles terão um momento para conversarem entre si, durante o qual possam trocar ideias a respeito do problema, buscando convencer um ao outro da sua resposta. O professor ressalta que este momento possibilita os alunos a mudarem a alternativa fornecida anteriormente, no momento individual. O papel do professor diante

desse contexto positivo é de argumentar, oportunizando a conclusão do problema junto com os alunos. Entretanto, se o nível de acerto for abaixo de 40%, o professor inicia, de fato, uma explicação sobre os conceitos envolvidos no problema em questão.

Através do mapa apresentado no Quadro 18, é possível ter uma ideia de como as atividades ao longo do encontro foram realizadas, bem como o contexto no qual aconteceu o episódio de ensino selecionado para a análise.

Quadro 18: Representação de um mapa de atividade do primeiro encontro

Duração (min)	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dos participantes	Comentários
5	Entrega dos QR Codes. Orientações.	-	Alunos questionam sobre a utilização do QR Code. O professor explica como e quando o QR Code deve ser utilizado, bem como a metodologia da aula do dia e da semana seguinte.	Alunos se mostram empolgados com o QR Code. Um aluno comenta que a metodologia proposta seria viável para a sala de aula regular.
80	Professor apresenta problemas conceituais. Alunos apresentam suas respostas com o QR Code. O professor possibilita discussão entre os alunos. (EPISÓDIO 1) O professor discute com os alunos.	Primeira lei de Newton Segunda lei de Newton Terceira lei de Newton	Individualmente, os alunos se empenham em responder e apresentar uma resposta utilizando o QR Code. O professor “colhe” as respostas dos alunos. Alunos conversam, se questionam e relatam seus pontos de vistas. O professor aguarda discussão dos alunos. O professor inicia discussão com os alunos utilizando o quadro.	Alunos especulam a resposta correta. Alguns alunos saem de suas carteiras para trocarem ideias com os colegas. Alunos interagem entre si e com o professor quando este discute as situações apresentadas nas questões conceituais.
5	Avaliação da aula	-	Professor e alunos fazem considerações.	Alunos se comprometem a participar da próxima aula.

Foi selecionado para análise um episódio referente ao primeiro problema conceitual, que trata da situação de uma força constante aplicada sobre um carro, inicialmente parado sobre um trilho de colchão de ar, sendo desprezível o atrito entre o carro e o trilho. Nesta situação, a força atua durante um pequeno intervalo de tempo dando ao carro uma determinada velocidade final. Pergunta-se então qual deve ser o intervalo de tempo que uma segunda força (com metade do valor) deve ser aplicada para atingir a mesma velocidade final.

Com este problema a *intenção do professor* foi de explorar as ideias dos alunos a respeito da segunda Lei de Newton, mais especificamente, de forma implícita, sobre aceleração e manter a narrativa. A *abordagem do conteúdo* foi predominantemente explicativa teórica.

Assim, por meio do momento dedicado a resolução do problema de forma individual, os alunos apresentaram um nível de acerto de 60%. Por essa razão, o professor proporciona aos alunos um momento de discussão referente as suas respostas, como apontado no primeiro turno de fala do Episódio 1, representado no Quadro a seguir.

Quadro 19: Representação do episódio 1

Falas	Padrão de interação
1. P: Nesse momento, eu quero que vocês troquem uma ideia entre si, na tentativa de convencer os colegas da sua resposta. Em seguida eu “colho” as respostas de vocês de novo.	I
2. A8: Qual alternativa você escolheu?	R ₈
3. A4: Alternativa B.	R ₄
4. A8: E você?	R ₈
5. A7: Alternativa A.	R ₇
6. A8: Eu marquei C. ((Alunos A8, A4 e A7 riem)).	R ₈
7. A7: Você escolheu qual?	R ₇
8. A15: Alternativa A. ((Aluna A7 comemora!))	R ₁₅
9. A6: Eu tô usando uma força, (+) mas é metade da que eu tinha usado antes e eu quero que a velocidade seja a mesma ...	R ₆
10. A8: A velocidade?! ...	R ₈
11. A6: Eu não tenho que fazer uma força por mais tempo, não?!	R ₆
12. A5: Se a gente dobrar a aceleração...	R ₅
13. A6: Por que, se não, ela vai parar antes, né?!	R ₆
14. A16: Eu li errado, a questão/	R ₁₆
15. A8: ((Lê o enunciado da questão:)) <i>o atrito entre o carro e o trilho é desprezível (...)</i>	R ₈
16. P: Alguém vai mudar a resposta? (+) A4 já mudou! Mais alguém vai mudar a resposta? (...) Agora, sim! 100% de acerto.	A

Em outras palavras, nesta iniciação (turno 1), o professor estimula os alunos a fazerem uma análise sobre a situação do problema por diferentes perspectivas, oportunizando a conexão de ideias entre eles. No momento destinado a discussão entre os alunos, houve uma boa movimentação em sala. Os alunos tanto trocaram ideias com os colegas sentados ao lado, como saíram de seus lugares para discutirem.

Diante do exposto, nos turnos 2 e 4 tem-se o aluno A8 questionando suas colegas A4 e A7 sobre a resposta fornecida, através do QR Code, ao professor. No momento do turno 6, o aluno A8 mostra-se surpreso pois forneceu uma resposta diferente das colegas. A aluna A7, ao perceber que eles três (A4, A7 e A8) forneceram respostas distintas, (A4 e A8 (zona 3) e A7 (zona 5)), levanta-se e vai até a cadeira de outra colega A6, que por sua vez inicia a explicação do seu ponto de vista (zona 5), como apresentado no turno 9.

O turno 9, bem como a explicação da aluna A6, foi determinante neste episódio pois, além de acarretar os turnos posteriores (9-15), tal interpretação se destaca estando direcionada a forma de pensar o conceito em questão conforme a segunda lei de Newton (zona 5). Com isso, propiciou, ao final do episódio, que os alunos que haviam apresentado (através da sua análise individual do problema) respostas diferente da esperada, conseguissem interpretar o problema compreendendo que a referida segunda força deva ser aplicada durante um intervalo com o dobro do tempo de aplicação da primeira força (alternativa A). Logo, o nível de acerto passou para 100%.

A *abordagem comunicativa* estabelecida nesse episódio é predominantemente de natureza interativa/de autoridade, entretanto não-interativo/de autoridade ao início e final do episódio. Isto é, no turno 1, ao proporcionar o desenvolvimento da “estória científica” através da interação entre os alunos, o professor faz com que os alunos explorem suas diferentes concepções, mas atento à condução da “estória científica” rumo à concepção cientificamente aceita. Havendo assim a participação de mais de uma pessoa (aluno), bem como a existência de questionamentos, que por sua vez caracterizam um *padrão de interação* do tipo I-R-A (iniciação do professor, resposta do aluno e avaliação, de condição conclusiva, realizada pelo professor).

No caso deste episódio, percebe-se que não aconteceram interações maiores, onde os alunos pudessem reelaborar seus pontos de vistas, considerando a sequência (turno 2-15) de perguntas feitas e respostas dadas entre eles. Dessa forma, temos a iniciação de processo (Ip) por parte do professor (turno 1), as respostas (Ri) dos alunos (turno 2-15) e a avaliação (A) do professor (turno 16). Logo, é importante dizer que a sequência de falas, posteriores à iniciação do professor será representada pela letra R com o subscrito ($R_1, R_2, R_3, \dots$) relacionado ao aluno que forneceu a resposta. Sendo assim, como a iniciação do professor foi respondida pelos alunos A4, A5, A6, A7, A8, A15 e A16 obteve-se a seguinte cadeia: I- R_8 - R_4 - R_8 - R_7 - R_8 - R_7 - R_{15} - R_6 - R_8 - R_6 - R_5 - R_6 - R_{16} - R_8 -A.

Diante destas considerações, é compreensível dizer que a estrutura de interação deste episódio possui uma certa particularidade, a saber: a produção de pequenos diálogos dos alunos entre si, ou seja, os alunos analisam e fundamentam interpretações por eles mesmos. E essa característica, em termos de significação, favoreceu uma negociação entre as concepções explanadas nas zonas 3 e 5 do modelo de perfil conceitual de força aqui apresentado. Para uma melhor compreensão, no Quadro 20, apresentamos a síntese do referente episódio.

Quadro 20: Síntese da análise de episódio de ensino 1

Turnos e sujeitos	Zonas do perfil	Abordagem do conteúdo	Intenções da professora	Abordagem comunicativa	Padrões de interação
Turno 1	-	-	Explorar as ideias dos alunos	NI/A	I
Turno 2 - 8	3	Descritiva e Explicativa Teórica	Explorar as ideias dos alunos	I/A	R ₈ , R ₄ , R ₈ , R ₇ , R ₈ , R ₇ , R ₁₅
Turno 9 - 15	5	Explicativa Teórica	Explorar as ideias dos alunos	I/A	R ₆ , R ₈ , R ₆ , R ₅ , R ₆ , R ₁₆ , R ₈
Turno 16	-	-	Manter a narrativa	NI/A	A

5.2.1.2 Segundo encontro

O professor inicia este encontro solicitando aos alunos a formação de grupos e entregando dois problemas¹⁶ para cada grupo formado. Foram formados, espontaneamente, três grupos compostos por três integrantes. O professor informa que a aula será dividida em dois momentos. O primeiro para oportunizar aos grupos um determinado tempo (45 minutos) para discussão em busca das soluções a respeito dos problemas impostos. O segundo para mediar a externalização das soluções desenvolvidas por cada grupo (45 minutos).

Para uma melhor compreensão o professor demonstra um dos fenômenos imposto a um dos grupos. Posteriormente, o professor visita todos os grupos a fim tanto de observar e conhecer o processo de construção do conhecimento por parte dos alunos, como também esclarecer, caso necessário/solicitado, as dúvidas dos alunos. No segundo momento da aula, o papel do professor é de, mais uma vez, argumentar em conjunto com os alunos de maneira a contribuir na elaboração dos conhecimentos científicos em prol da compreensão desejada para cada problema e fenômeno apresentado.

O mapa de atividade abaixo tem por objetivo fornecer informações, em ordem cronológica, dos acontecimentos relacionado ao segundo encontro e apresentar o momento em que aconteceu o episódio de ensino a ser analisado.

Quadro 21: Representação de um mapa de atividade do segundo encontro

Duração (min)	Atividade desenvolvida	Principais temas	Ações dos participantes	Comentários
5	Entrega das listas de problemas		Professor demonstra um dos fenômenos que compõe a lista de problemas.	Apesar da situação demonstrada, fazer parte apenas da lista

¹⁶ Um dos problemas exige uma solução bem conceitual. O outro, exige uma solução mais matemática.

	Orientações.		Alunos observam a demonstração realizada pelo professor.	de problemas de um dos grupos, todos os alunos se mostram atentos e pedem que o professor repita o procedimento.
40	Discussão e resolução dos problemas pelos alunos em grupos de 3.	Primeira lei de Newton Segunda lei de Newton Terceira lei de Newton	Os alunos interagem entre si, apresentando seus pontos de vista para cada problema apresentado ao seu grupo. Professor visita cada grupo de discussão e os atende quando solicitado.	
40	Discussão mediada pelo professor das soluções apresentadas pelas equipes. EPISÓDIO 2.1	Primeira lei de Newton Segunda lei de Newton Terceira lei de Newton	Professor questiona os grupos, qual a solução/resposta para cada problema apresentado. Cada grupo apresenta suas ideias, referentes aos problemas impostos ao seu grupo.	
5	Encerramento da aula		Alunos fazem considerações sobre a forma como o conteúdo foi trabalhado. Professor agradece a participação dos alunos.	Professor e alunos combinam próximo encontro para a realização do pós-teste.

É importante salientar que o episódio identificado e selecionado para análise foi produzido no momento em que o professor questiona a alternativa encontrada por um dos grupos (turno 1), quando a este foi imposta a seguinte situação: cada integrante do grupo devia se imaginar sentado em uma cadeira, com as mãos amarradas, no meio de um lago congelado, onde a sua frente, ao alcance dos seus pés, repousa um caixote. Ainda, sem a possibilidade de andar neste lago, pois admite-se que o atrito entre qualquer superfície e o gelo é muito aproximadamente zero, como conseguir chegar margem do lago? Segue a representação do referido episódio (episódio 2) no Quadro abaixo.

Quadro 22: Representação do episódio 2

Falas	Padrão de interação
1. P: ((Ler o enunciado do problema)). Vamos discutir a solução de vocês?	Ip
2. A4: A gente pensou em exercer uma força no caixote, de acordo com a terceira lei de Newton, ele vai exercer uma força de volta. Aí como o atrito é aproximadamente zero, a gente pensa na lei da inércia, a gente vai permanecer no mesmo estado até que...	R ₄
3. P: Entendi! Entenderam o que ela falou?	P
4. A16: Mais um menos!	R ₁₆
5. A15: É. Mais ou menos!	R ₁₅
6. A14: Vai dar um chute no caixote e vai sair deslizando.	R ₁₄
7. P: Tá aqui o caixote de frente pra ela ((simulando a situação)), ela sentada com as mãos amarradas e ela vai dar um chute no caixote. Vai empurrar o caixote! Ela argumenta que	P - Ip

fazendo isso, ela está fazendo uma força no caixote e pela terceira lei de Newton o caixote reage e empurra ela ao contrário. E como não tem atrito, essa força que o caixote vai fazer nela, é necessária pra acelerar a cadeira com ela até a margem do lago, até que uma força surja e faça o corpo dela e a cadeira pararem. E aí?	
8. A14: O caixote está preso?	R ₁₄
9. P: Não, não. O caixote só está lá, parado.	P
10. A14: Ah, ok!	R ₁₄
11. P: Se ele estivesse preso, seria melhor ainda, né?!	Ie
12. A14: Era, era.	R ₁₄
13. P: Mas faz sentido o que ela disse, né?! (+) Faz todo sentido! Porque você está na cadeira, amarrado e você empurra o caixote. Você faz uma força no caixote. E aí, o caixote vai acelerar pra lá, né?!	F
14. A7: Sim!	R ₇
15. P: Acelerar enquanto você estiver empurrando. Depois que você para de empurrar, o que que acontece com a velocidade do caixote? (+) Depois que seus pés descolam do caixote, o que acontece com ele? Ele para imediatamente?	F
16. Não! ((resposta de todos os alunos))	R
17. A14: Não! Ele vai embora! (...)	R ₁₄
18. P: Ele vai embora com velocidade constante, né?!	P
19. A14: Então, só tem uma oportunidade. Se errar, morre!	R ₁₄
20. P: Se errar, dançou! Vai ficar lá, morrendo congelado ((todos riem))	P
21. P: Aí, se você fez uma força no caixote, obviamente o caixote faz uma em você. Essas duas forças, o que vocês me dizem delas?	Ip
22. A13: São opostas.	R ₁₃
23. A15: Forças de sentido contrário e de mesma intensidade.	R ₁₅
25. P: De mesma intensidade! Vamos supor: Qual a sua massa? Quantos quilos?	P
26. A8: 70 kg	R ₈
27. P: Ok! Vamos somar mais 10 kg da cadeira, 80 kg. O caixote, tem uns 8 kg. O que vocês acham, o caixote e ele vão acelerar a mesma coisa? Vão sair com a mesma velocidade?	P
28. Não! ((Todos os alunos respondem))	R
29. P: Porque não? Não é a mesma força?	F
30. A5: Porque uma tem mais resistência.	R ₅
31. A4: Por que se a força for constante... aí por exemplo: massa aumentou, então a aceleração vai diminuir para compensar.	R ₄
32. P: Tá certo, faz sentido!	A

No turno 2, a aluna A4 relata a solução encontrada por seu grupo (zona 5). No turno seguinte o professor dá prosseguimento a interação, almejando novas contribuições. Os alunos A16, A15 e A14 interagem. O professor, por sua vez, aceita a resposta do aluno A14 e faz uma síntese da solução apresentada. Neste segmento do episódio (turnos 1-7) a *intenção do professor* foi de, inicialmente, criar um problema que possibilitasse explorar as ideias dos alunos acerca das leis de Newton. A *abordagem do conteúdo* se deu em explicativa teórica e gerou um *padrão de interação* I,R₄,P,R₁₆,R₁₅,R₁₄,P.

Ainda no turno 7, o professor faz uma nova iniciação. Em resposta, o aluno A14 faz um questionamento, afim de sanar uma dúvida. Logo, do turno 7 ao 10 a *intenção do professor* foi apenas de manter a narrativa. Através do *padrão de interação* I,R₁₄,P,R₁₄, a *abordagem do conteúdo* esteve voltada ao tipo descritiva teórica.

Levando em conta o questionamento do aluno A14 (turno 8) o professor, no turno 11, faz uma nova iniciação. O aluno A14 a responde. Em seguida, nos turnos 13 e 15, o professor oferece um *feedback* para que os alunos pudessem elaborar melhor suas respostas. É importante destacar que as respostas dadas pelos alunos, neste segmento do episódio (turnos 11-20), foram representativas da zona newtoniana (zona 5) e se deu pelo seguinte *padrão de interação*: Ie, R₁₄, F, R₇, F, R, R₁₄, P, R₁₄, P. Já ao final do episódio, do turno 21 ao 32, as interações (firmadas a zona newtoniana (zona 5)) entre o professor e os alunos acarretou o padrão de interação Ip, R₁₃, R₁₅, P, R₈, P, R, F, R₅, R₄, A. A *abordagem comunicativa* é, portanto, interativa de autoridade.

Isto posto, a *intenção do professor* do turno 11-32 foi de manter a narrativa e desenvolver a “estória científica” acerca da primeira, segunda e terceira lei de Newton. Em relação a *abordagem do conteúdo*, está a partir do turno 11 passou de descritiva teórica para explicativa teórica até o final do episódio.

Quadro 23: Síntese da análise de episódio de ensino 2

Turnos e sujeitos	Zonas do perfil	Abordagem do conteúdo	Intenções do professor	Abordagem comunicativa	Padrões de interação
Turno 1-7	5	Explicativa Teórica	Criar um problema. Explorar as ideias dos alunos.	I/A	Ip, R ₄ , P, R ₁₆ , R ₁₅ , R ₁₄ , P
Turno 7-10	-	Descritiva Teórica	Manter a narrativa	-	Ip, R ₁₄ , P, R ₁₄
Turno 11-20	5	Explicativa Teórica	Manter a narrativa. Desenvolver a “estória científica”.	I/A	Ie, R ₁₄ , F, R ₇ , F, R, R ₁₄ , P, R ₁₄ , P
Turno 21-32	5	Explicativa Teórica	Manter a narrativa. Desenvolver a “estória científica”.	I/A	Ip, R ₁₃ , R ₁₅ , P, R ₈ , P, R, F, R ₅ , R ₄ , A

Com a análise dos aspectos discursivos entre os sujeitos na sala de aula percebe-se que o episódio 1 apresentou uma pequena evolução da zona 3 para a zona 5, enquanto no episódio 2 houve uma estabilização da zona 5, no qual ligamos esse fato ao material/estudo prévio. Antes do segundo encontro o professor disponibilizou aos alunos textos roteiros e videoaulas referentes ao conteúdo. Consequentemente, essa metodologia ativa de aprendizagem

favoreceu uma troca em sala de aula que exigiu menos do professor para a construção das ideias.

Nesse sentido, é compreensível a predominância do aspecto discursivo relativo à intenção do professor está voltada, no episódio 1, a explorar as ideias dos alunos e manter a narrativa. Uma vez que a interação aluno-aluno (turnos 2-15) foi capaz de fazer com que eles avançassem nos significados de suas concepções no sentido das cientificamente aceitas (zona 3 para zona 5). Da mesma forma, é compreensível, no episódio 2, a intenção do professor está voltada em manter a narrativa para a continuação do desenvolvimento da “estória científica”, visto que desde a primeira resposta apresentada a sua primeira iniciação foram ascendidas concepções referentes a zona newtoniana (zona 5). Em ambos os episódios o tipo de abordagem do conteúdo foi predominantemente explicativa teórica.

Quanto à forma que o discurso foi conduzido, há o prevalecimento de uma abordagem comunicativa interativa de autoridade. É importante destacar que esse tipo de abordagem está diretamente ligado a um contexto de sala de aula, pois, embora o professor por meio da interação busque conhecer e considerar as concepções dos alunos, ele também possui o papel de guiar. Em outras palavras, é esperado esse tipo de abordagem, tendo em vista a necessidade do professor construir uma “estória científica” e dar suporte para a construção do conhecimento científico desejado.

Em relação ao padrão de interação, é nítido a participação de um considerável número de alunos por meio de um padrão triádico (episódio 1) e, principalmente, não-triádico em cadeias abertas e fechadas (episódio 2). Logo, podemos inferir que metodologia colaborou para interação em sala de aula, propiciando oportunidades de produção de significados individuais, por meio da internalização das ideias postas em grupo, guiados pelo professor no plano social da sala de aula.

5.3 QUESTIONÁRIO – PÓS-TESTE

Pretendendo verificar como os alunos expressão o perfil conceitual de força após a implementação da sequência didática – unidade de aprendizagem ativa –, foi aplicado um novo questionário ao qual nos referimos como pós-teste (Apêndice 1). Composto por 14 questões abertas¹⁷, baseadas no *Inventory of Basic Conceptions Mechanics - IBCM* (HOLLON, 2007), foi aplicado a 8 alunos. Vale ressaltar que dos 8 alunos submetidos ao

¹⁷ Pensando no processo de categorização, optou-se por todas as questões abertas.

pós-teste, apenas 5 (A5, A6, A7, A8 e A10) também responderam ao pré-teste. Consequentemente, estes possuirão um papel de destaque no momento da análise, visto que são os participantes que nos possibilitarão realizar uma análise comparativa (antes x depois). Logo, os alunos identificados como A14, A15 e A16, responderam somente o pós-teste, enquanto os alunos A1, A2, A3, A4, A9, A11, A12 e A13 apresentados nas seções anteriores responderam somente o pré-teste.

Portanto, com o intuito de fazer uma análise comparativa do conhecimento dos alunos, antes e depois da implementação da Unidade de Aprendizagem Ativa (UAA), bem como tornar possível inferir se houve evolução do perfil conceitual proposto, o Quadro 24 apresenta as zonas emergidas nas respostas fornecidas pelos alunos em cada questão. Uma vez que foram questões diferentes do pré-teste, reforça-se que tal categorização permanece firmada nas concepções/zonas do perfil conceitual de força (Tabela 1) propostas por Radé (2005).

Quadro 24: Zonas do perfil conceitual de força emergidas nas respostas dos alunos participantes

Questões	Alunos							
	A5	A6	A7	A8	A10	A14	A15	A16
1	Z5	Z5	Z4	Z4	Z5	Z5	Z5	Z4
2	Z5	Z5	S.C	Z3 Z4	Z5	Z5	Z5	Z5
3	Z3	Z3	Z2	Z3	Z5	Z5	S.C	S.C
4	Z3	Z5	S.C	Z3	Z5*	Z5	Z3	Z3
5	Z3	S.C	Z3	Z3	Z3	Z3	Z5	Z3
6	Z3	Z3	S.C	S.C	S.C	Z3	Z3	S.C
7	Z5	Z5	Z5*	Z3	Z3	Z5*	Z5	Z3
8	Z5	Z5	Z5*	S.C	Z3	Z5*	Z5	Z3
9	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	Z5	Z3
10	Z5*	Z3	S.C	Z5*	Z5*	Z5*	Z3	Z5*
11	Z5*	Z3	S.C	Z5*	Z5*	Z5*	Z3	S.C
12	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5	Z5
13	Z3	Z3	S.C	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3*
14	Z5 Z3	Z5 Z3	S.C S.C	Z4 Z3	Z5 Z3	Z5 Z3	Z5 Z5	Z5 Z3

Em decorrência de algumas respostas dos alunos, mais uma vez é possível notar a manifestação de mais de uma zona em determinadas questões. Por outro lado, observa-se que algumas respostas não oportunizaram a categorização, sendo apresentadas por S.C (sem categoria). Atenta-se também para o asterisco (*) que acompanha a categorização de algumas respostas condizentes com as zonas 5 e 3. Ele indica que na resposta apresentada pelo aluno foi identificada algum aspecto referente a zona indicada, porém, não em sua totalidade.

Na questão 1, ao solicitar a representação da trajetória da bolinha a partir do ponto R, 5 alunos demonstraram a trajetória correspondente a visão conceitual newtoniana de força (zona 5), quando apontam uma trajetória retilínea e tangencial ao ponto R. Os outros 3 alunos apresentaram uma trajetória na qual tendem a considerar a noção de ímpetus circular (zona 4).

Na questão 2, quando questionados sobre o comportamento do módulo da velocidade da bolinha a partir do ponto R, concepções coerentes a primeira lei de Newton (zona 5), foram apontadas por 6 alunos, enquanto 1 aluno demonstra certa tendência a considerar que movimento implica força ativa/perda recuperação do *impetus* (zona 3 e 4, respectivamente). Diante da análise, não foi possível categorizar a resposta de 1 aluno (A8), como apresentado no Quadro 25.

Quadro 25: Respostas obtidas na questão dois do pós-teste

Alunos	Respostas	Zonas
A5	A velocidade continua a mesma, já que está sem atrito. Não aumentará e não diminuirá.	Z5
A6	Aumentou e depois permaneceu constante.	Z5
A7	A velocidade varia do ponto P ao ponto R, e varia também	S.C
A8	A força exercida sobre a bola causando uma certa velocidade variando-a.	Z3, Z4
A10	Permanecerá constante se não houver uma força contrária, ou a força da gravidade caso contrário irá parar.	Z5
A14	Se comporta como uma linha reta, constante.	Z5
A15	O modulo da velocidade da bolinha vai diminuir, porque mesmo a resistência do ar sendo desprezível ela está presa a uma superfície sofrendo a ação da força da gravidade, diminuindo e alterando a sua intensidade e sentido e, para mudar o sentido, exige perda de velocidade.	<u>Z5</u>
A16	Permanece o mesmo. No mesmo sentido e direção.	Z5

Já no Quadro 26, estão as respostas referentes a questão 3. Concepções acerca de que movimento implica força ativa (zona 3), foram destacadas por 3 alunos, enquanto a ideia de força inerente a matéria (zona 2) destacada por 1 aluno. A noção esperada, de acordo com a segunda Lei de Newton (zona 5), foi demonstrada por 2 alunos. Contudo, não foi possível categorizar a resposta de 2 alunos (A15 e A16).

Quadro 26: Respostas obtidas na questão três do pós-teste

Alunos	Respostas	Zonas
A5	A força que foi exercida ao lançar a bola pelo canal.	Z3
A6	De P a Q há atrito pela interação entre a bola de gude e o canal, depois há a força resultante, sem nenhum outro atrito.	Z3
A7	A própria força da bola de gude e a força da mesa do ponto R em diante.	Z2
A8	Força resultante, força peso, força normal.	Z3
A10	Depois de arremessada as forças são força peso e força normal.	Z5
A14	Força do ponto R e depois a força peso.	Z5

A15	Força peso, m.g; força da mesa sobre a bolinha, força da bolinha sobre a mesa, força norma.	S.C
A16	Força peso, resistência do ar.	S.C

Na questão 4, duas forças (F e F') constantes, são exercidas em um disco de *hockey* que se move em um piso horizontal sem atrito. Porém, a figura exibida na questão mostra apenas a força F e pede que o aluno complete-a representando a intensidade e direção em que a outra força F' está sendo exercida para que o disco se mova na trajetória indicada. Pelas representações, 4 alunos ressaltam uma visão na qual a última força a agir determina o movimento (zona 3), enquanto 3 alunos demonstram certa compreensão da primeira e segunda lei de Newton, bem como também força componível segundo a regra do paralelogramo (zona 5). Uma representação ficou sem categorização (A7).

Ligada a questão anterior, a questão 5 indaga o comportamento da velocidade do disco quando as duas forças (F e F') são exercidas juntas sobre ele durante o seu movimento. O Quadro 27 refere-se as respostas dadas para a situação imposta na questão 5.

Quadro 27: Respostas obtidas na questão cinco do pós-teste

Alunos	Respostas	Zonas
A5	A velocidade irá permanecer constante.	Z3
A6	Há um atrito que restringe a aceleração do disco, então o modulo da velocidade do corpo depende da força (intensidade) desse vetor (d) (seta pontilhada).	S.C
A7	A velocidade continua constante.	Z3
A8	O disco irá adquirir uma velocidade constante.	Z3
A10	Já que são forças constantes, a velocidade é constante.	Z3
A14	Ele continua fazendo seu movimento normal, porém pendendo para a direita.	Z3
A15	A velocidade do disco vai estar em função do resultado da força resultante e a aceleração, principalmente, por que é a variação da velocidade por um tempo.	Z5
A16	A velocidade é constante.	Z3

Diante das respostas apresentadas, é possível dizer que um total de 6 alunos enfatizam concepções como: movimento implica força ativa, velocidade proporcional a força e última força a agir determina o movimento (zona 3), enquanto a noção referente a segunda Lei de Newton (zona 5) foi associada apenas por 1 aluno. A resposta de 1 aluno ficou sem categorização (A6).

Já a questão 6 pretende saber como os alunos relacionam quatro forças exercidas ao mesmo tempo sobre um disco que se move em linha reta e com velocidade constante. A categorização da questão 6 chama atenção, pois nenhum aluno conseguiu expressar uma ideia

diferente de: movimento implica força ativa e velocidade proporcional a força (zona 3). O Quadro 28 exhibe as respostas fornecidas pelos alunos.

Quadro 28: Respostas obtidas na questão seis do pós-teste

Alunos	Respostas	Zonas
A5	Em relação a F1 e F3 elas estariam atuando em uma mesma direção, porém com sentidos opostos. Com F2 e F4 o que acontece é praticamente a mesma, já que ambas estão em uma mesma direção (horizontal), só que com sentidos diferentes (direita, esquerda).	Z3
A6	As forças de atrito entre F3 e F1 de mesma magnitude, as forças F2 e F4 são opostas, mas a força F4 é de maior magnitude (força resultante).	Z3
A7	A relação é a força constante que atua em cada uma das direções, além do atrito que ocorre entre elas.	S.C
A8	Ambas as forças exercidas sobre o disco não vão causar uma grande movimentação, pois as forças exercidas são em sentidos contrários.	S.C
A10	F1 e F3 são forças contrárias da mesma forma que F2 e F4.	S.C
A14	F1 e F3 tem mesma magnitude e direção, porém sentidos opostos o que faz elas se anularem. F2 e F4 tem magnitudes diferentes fazendo o F4 ser maior e consequentemente anular o F2.	Z3
A15	A força F3 tem sentido contrário a F1 e de mesma intensidade, se cancelando. A força F2 tem sentido contrário a F4 e de intensidades diferentes porque $F4 > F2$	Z3
A16	Estão sendo aplicadas em um mesmo objeto	S.C

As questões 7 e 8 envolvem a terceira Lei de Newton. Ambas relacionadas a um carro de passeio quebrado (em uma estrada horizontal) que recebe ajuda de um caminhão que empurra o carro por trás até um determinado destino. A vista disso, a questão 7 pede que o aluno faça o diagrama de corpo livre para cada um dos corpos, levando em conta i) o momento que o caminhão começa a empurrar o carro; ii) a existência de forças de atrito entre o chão e as rodas do caminhão e do carro; iii) desprezível a resistência do ar.

Logo, diante das representações analisadas na questão 7, foi possível observar que 5 alunos correspondem a ideia de que toda ação corresponde a uma reação de igual intensidade (zona 5), enquanto 3 alunos tendem a considerações do senso comum em que agente mais ativo produz maior força, apenas agentes ativos exercem forças, a maior força determina o movimento e maior massa implica maior força (zona 3), quando existem dois ou mais objetos/corpos interagindo entre si.

Por outro lado, a questão 8 se diferencia da questão 7 quando se pede para levar em conta o momento em que o caminhão e o carro já se movem com velocidade constante. Para tal situação, apenas uma representação corresponde a zona esperada, quando 1 aluno expressa noção referente a força passiva de contato com o sólido (zona 5). No mais, a representação de 2 alunos configura-se em torno de noções relacionadas a maior massa implica maior força e

apenas agentes ativos exercem forças. Não foi possível categorizar a representação de 1 aluno (A8).

As questões 9, 10 e 11 envolvem uma nave espacial. Na questão 9, buscando sondar considerações referente a primeira Lei de Newton, a nave se encontra deslizando pelo espaço (com os motores desligados) com velocidade constante e em linha reta. Quando solicitado o diagrama de corpo livre e a força resultante sobre a nave, somente 1 aluno afirmou que não há forças agindo na nave (zona 5) e 7 alunos explicitaram a ideia na qual consideram movimento implica força ativa (zona 3).

No que diz respeito a questão 10, deseja-se que o aluno desenhe a trajetória que represente o caminho seguido pela nave de um determinado ponto a outro quando esta tem seus motores ligados. Pode-se dizer que 5 alunos apresentaram uma trajetória ligada a segunda Lei de Newton (zona 5) e 2 alunos ligada a concepção de última força a agir determina o movimento. Não foi possível categorizar a trajetória apresentada por 1 aluno.

Na questão 11, como apresentado no quadro a seguir, quando questionado sobre o comportamento da velocidade da nave ao longo do caminho apresentado na questão anterior, 4 alunos demonstram certo entendimento da segunda lei de Newton (zona 5). Enquanto 2 alunos apresentam concepções referentes a movimento implica força ativa e última força a agir determina o movimento (zona 3). Não foi possível categorizar 2 respostas (A7 e A16).

Quadro 29: Respostas obtidas na questão onze do pós-teste

Alunos	Respostas	Zonas
A5	A velocidade da nave irá aumentar, já que o motor foi ligado e suas forças atuantes passam a “exercer” em sentido diagonal.	Z5
A6	Sem a presença de qualquer outra força atuando sobre a nave, a velocidade permanece constante depois da aceleração inicial.	Z3
A7	Ele não é constante, mas varia a partir do ponto Q para o lado esquerdo.	S.C
A8	A velocidade irá aumentar, pois a influência dos motores faz com que haja força suficiente para exercer uma velocidade.	Z5
A10	A velocidade aumentará.	Z5
A14	Como uma diagonal que é resultante de Q+P.	Z5
A15	A velocidade vai variar dependendo da força resultante que está em função da variação da aceleração dos motores da nave.	Z3
A16	Mudou o sentido e a direção, não é o mesmo que o inicial.	S.C

É importante destacar que no processo de categorização das questões 10 e 11, foi possível constatar que os alunos, ainda que deduzam uma combinação do movimento, demonstram certa dificuldade em compreender que a trajetória de uma partícula acelerada é uma função do tempo ao quadrado, logo uma parábola. Isso em virtude das trajetórias diagonais apresentadas e mencionadas.

Na questão 12 é apresentada a figura de dois discos (P e Q) de *hockey* e questiona-se sobre a relação da aceleração dos discos quando um (P) possui duas vezes a massa do outro (Q). Nesta questão todos os alunos conseguiram a noção esperada referente a segunda lei de Newton (zona 5). Todos conseguiram expressar a ideia de que a aceleração de um corpo/objeto é inversamente proporcional à sua massa. O quadro abaixo mostra as respostas dos alunos.

Quadro 30: Respostas obtidas na questão doze do pós-teste

Alunos	Respostas	Zonas
A5	A aceleração do disco P será a metade da aceleração de Q.	Z5
A6	A aceleração do disco P é metade em relação ao disco Q.	Z5
A7	Por ter maior massa, a aceleração do disco P irá ser menor que a aceleração do disco Q.	Z5
A8	O disco P vai adquirir uma aceleração menor que o disco Q.	Z5
A10	A aceleração do disco P é mais lenta que a do disco Q.	Z5
A14	Que a aceleração de P é menor e a de Q é maior, sendo $P=2a$.	Z5
A15	Podemos afirmar que a aceleração de P é duas vezes menor que a aceleração de Q, porque a aceleração é inversamente proporcional a massa e, como a força não varia, para ela ser igual nas duas situações, uma das duas tem que variar.	Z5
A16	Que devido o disco P possuir o dobro da massa do Q, ele terá uma aceleração menor e chegará depois do Q na linha de chegada.	Z5

Em contrapartida, na questão 13 nenhum aluno conseguiu expressar a concepção esperada. Neste caso, predominantemente, ao desenhar o diagrama de corpo livre de todas as forças que atuam em uma caixa, que se move com velocidade constante, quando empurrada por uma força (F) horizontal e constante, 7 alunos apresentaram concepções referentes a maior força determina o movimento e maior força implica força ativa. A resposta de 1 aluno (A7) ficou sem categorização.

Na questão 14, ligada a questão anterior, o aluno é questionado sobre como será o movimento da caixa quando o contato com ela é perdido, atentando-se para a existência de atrito. Mediante as respostas fornecidas (Quadro 31), 6 alunos apresentam concepções referentes a segunda Lei de Newton (zona 5). Apenas 1 aluno apresentou concepção referente a perda do *impetus* (zona 4). Nesta questão, a resposta de 1 aluno (A7) não viabilizou a categorização.

Quadro 31: Respostas obtidas na questão catorze do pós-teste

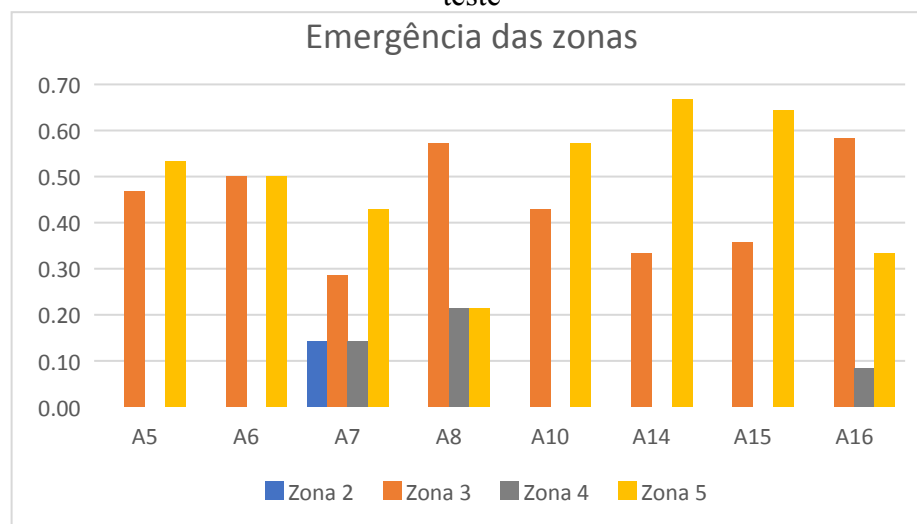
Alunos	Respostas	Zonas
A5	A caixa permanecerá em movimento só que sem a mesma velocidade por causa da força de atrito que age “para parar” a caixa, e então por um	Z5

	determinado tempo. (sem ser infinito).	
A6	A caixa continua na mesma direção enquanto perde velocidade até parar.	Z5
A7	A caixa ainda vai ter sua força normal e a força do chão resultando sobre ela.	S.C
A8	A caixa irá deslizar pelo chão durante um certo período de tempo, por conta da última força exercida sobre ela.	Z4
A10	A caixa perderá velocidade até parar.	Z5
A14	Ele tende a diminuir com o tempo até acabar.	Z5
A15	O movimento da caixa vai diminuir em função do tempo, por que eu parei de fazer uma força para a caixa, prevalecendo a força de atrito, contraria a força que eu fiz.	Z5
A16	Ela continuará a se movimentar até que a força de atrito a faça parar.	Z5

Quando solicitado para desenhar o diagrama de corpo livre referente a situação, apenas 1 aluno expressa compreensão de acordo com a primeira e segunda Lei de Newton (zona 5) e 6 alunos tendem a considerar a ideia de que movimento implica força ativa (zona 3). A representação do aluno (A7) também ficou sem categorização.

Assim, de modo igual ao tratamento da categorização das respostas do pré-teste, também apresentamos (Figura 2) uma visão geral da emergência das zonas do perfil conceitual de força dos alunos participantes referentes as respostas ao pós-teste, por meio da EZP (extensão da zona do perfil) de cada aluno.

Figura 2: Apresentação dos perfis conceituais individuais dos alunos participantes do pós-teste



Uma vez explicitadas as informações contidas na Figura acima, pode-se observar que as respostas fornecidas no pós-teste, situam-se também em torno de quatro zonas (Zona 2, Zona 3, Zona 4 e Zona 5). Entretanto, ao verificar a/s zona/zonas emergida/emergidas, bem como a extensão da zona do perfil dos alunos que realizaram tanto o pré-teste como o pós-

teste tem-se que: i) os alunos A5, A7 e A10 que antes exibiam um perfil predominantemente pré-científico, após a Unidade de Aprendizagem Ativa (UAA), tiveram seu perfil newtoniano intensificado; ii) o aluno A6, por sua vez, antes da instrução apresentou um perfil predominantemente pré-científico, contudo, após a UAA, mesmo expressando uma melhor percepção das ideias referentes a zona newtoniana, ainda apresentou destacado um perfil pré-científico da noção de força; iii) o aluno A8, tanto antes como depois da UAA, manifestou um perfil plenamente pré-científico.

Quanto aos alunos que participaram da pesquisa, mas que realizaram somente o pós-teste (A14, A15 e A16) há que se notar que: i) os alunos A14 e A15 apresentam uma maior emergência de ideias referentes à zona newtoniana quando comparados com os alunos que realizaram o pré-teste. Estes também foram os participantes que menos evidenciaram ideias pré-científicas; ii) o aluno A16, igualmente ao aluno A8, manifestou em suas respostas o prevalecimento de ideias pré-científicas. Diante do exposto, os resultados dos questionários aplicados antes e após a UAA, nos permitem dizer que houve evolução das ideias dos alunos A5, A7 e A10.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a questão que orientou a realização deste trabalho, revela-se que a proposta de ensino baseada em metodologias ativas tende a favorecer as interações e a evolução do perfil conceitual do conceito físico de “força” em sala de aula. Contudo, apesar da relevância da metodologia proposta, não descartamos a possibilidade da obtenção de melhores resultados, uma vez que intervenção não foi realizada em uma sala de aula regular.

Assim, acreditamos que a junção do envio de materiais, ou seja, a realização de algumas tarefas antes das aulas, com a não obrigatoriedade em fazê-las fora da sala de aula, acabou/acaba deixando o aluno a vontade de tal forma que muitos não as fizeram/fazem. E isso comprometeu/compromete o trabalho em sala e, conseqüentemente, influenciou/influencia os resultados apresentados.

A intenção, no futuro, é de poder trabalhar e analisar a metodologia aqui apresentada em uma sala de aula regular, expandindo a análise discursiva, direcionando-a aos textos/materiais disponibilizados e utilizados em sala. Por fim, esperamos que este trabalho possa contribuir não só para o ensino de Física, como também para todo o ensino de Ciências, acerca das temáticas aqui abordadas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR JÚNIOR, O. G. Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para a pesquisa. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-20, 2001.
- ALMEIDA, M. V. R. de. **Perfil conceitual de equação**: investigações acerca das concepções de alunos de licenciaturas em matemática. 2016. 204 p. Dissertação (Mestrado em Ensino e História das Ciências e da Matemática). Universidade Federal do ABC, Santo André, 2016.
- ALMEIDA, M. V. R. de; RIBEIRO, A. J.; ALBRECHT, E. Perfil conceitual de equação: um estudo acerca das concepções de futuros professores de matemática. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 5-28, 2020.
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma metodologia para análise da dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (org.) **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Unijuí: Editora Unijuí, 2007. p. 239-296.
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira em Educação em Ciências**, v.1, n. 3, 2001.
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de química. **Educación Química**, v. 15 n. 3, p. 60 – 75, 2004.
- ARAÚJO, A. T. de. **Conceitos de calor e temperatura sob a ótica do momento pedagógico de problematização inicial**. 2015. 212 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AYALA FILHO, A. L.; FREZZA, J. S. **A construção de um perfil conceitual de referencial na aprendizagem da teoria da relatividade**. In: anais do II Encontro Estadual de Ensino de Física. (pp. 117-123). Porto Alegre: IF UFRGS. 2007.
- AZEVEDO, R. C. **Análise de argumentos sobre adaptações**. 2013. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Contraponto. Rio de Janeiro. 2016.
- BACHELARD, G. A. **A filosofia do não**: O novo espírito científico; A poética do espaço. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- BACHELARD, G. **La philosophie deu non**. Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique. Paris: PUF, 1940.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. (70ª ed.). São Paulo. 2016.

BERG, T.; BROWER, W. Teacher awareness of student alternative conceptions about rotational motion and gravity. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n. 1, p. 3-18, 1991.

BERNARDELLI, M. S. **A interdisciplinaridade educativa na contextualização do conceito de transformação química em um curso de ciências biológicas**. 2014. 218 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

CARVALHO, A. M. **Metodologia de pesquisa em ensino de física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem**. In: Encontro de pesquisa em ensino de física, 9., 2004, Jaboticatubas, MG. Anais...Jaboticatubas, MG: Sociedade Brasileira de Física, 2004.

CASTANHEIRA, M. L. **Aprendizagem contextualizada: discurso e inclusão em sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

CHICÓRA, T. **Uma estratégia de ensino metacognitiva: contribuições para o perfil conceitual de força de licenciandos em Física**. 2018. 123 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

COELHO, M. N. Uma comparação entre *Team-Based Learning* e *Peer-Instruction* em turmas de física do Ensino Médio. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4 (10), p. 40-50, 2018.

COELHO, M. N. Unidade de aprendizagem ativa para física: uma possibilidade para a motivação dos discentes. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, p. 202-222, 2019.

COUTINHO, F. A.; MARTINS, R. P.; VIEIRA, M. C. Contribuição da filosofia da microbiologia para fundamentar a zona relacional do perfil conceitual de vida. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 14, p. 51-64, 2012.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRUZ, A. B. **A produção de vídeos documentários como atividade investigativa no ensino de ciências: uma possibilidade para o desenvolvimento dos perfis conceituais numa aprendizagem colaborativa**. 2015. 100 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2015.

DELIZOICOV, D. La educación en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. 1991. 214 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais**. 3. ed. rev. e atual. São Paulo, SP: Atlas, 1995.

DIAS, L. F. **Noção de referencial:** uma interação cognitiva entre mecânica newtoniana e a mecânica relativística. 2010. 184 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DIESEL, A.; MARCHESAN, M. R.; MARTINS, S. N. Metodologias ativas de ensino na sala de aula: Um Olhar de Docentes da Educação Profissional Técnica de Nível Médio. **Revista Signos**, Lajeado, v. 37, n. 1, 2016. p. 153 -169.

DISESSA, A. A. **Phenomenology and the evolution of intuition.** In D. Gentner and A. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 15-33). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1983.

EZEQUIEL, L. F. de C. **Análise de Perfil Conceitual em Ciclos de Modelagem:** um Estudo sobre o Ensino do Efeito Doppler. 2016. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Lavras, São Paulo, 2016.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, Apostila, 2002.

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

GARCEZ, A.; DUARTE, R.; EISENBERG, Z. Produção e análise de videogravações em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v.37, n.2, p. 249-262, mai./ago. 2011.

GEE, J. P.; GREEN, J. L. Discourse analysis, learning, and social practice: a methodological study. **Review of Research in Education**, v. 23, 1998.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HALLOUN, I. A. **Evaluation of the impact of the new physics curriculum on the conceptual profiles of secondary school students.** Beirut, Lebanon: Phoenix series, October 2007.

HARRES, J.B.S. Um Teste para Detectar Concepções Alternativas sobre Tópicos Introdutórios de Ótica Geométrica. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, v. 10, n. 3, p. 220 - 234, 1993.

HESTENES, D. Modeling theory of physics instruction. *American Journal of Physics*, **American Association of Physics Teachers**, v. 55, n. 5, p. 440-454, 1987.

HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. **The Physics Teacher**, v. 30, p. 141, 1992.

JAMMER, M. **Concepts of Force:** A Study in the Foundations of Dynamics. Mineola, NY: Dover Publications Inc., 1999 (orig. ed. 1957).

KARAM, R. A. S.; CRUZ, S. M. S. C. de S.; COIMBRA, D. Tempo relativístico no início do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 373-386, 2006.

KUHN, T. S.; **The Structure of Scientific Revolutions**, University of Chicago Press, Chicago, 1962.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**, Editora: Perspectiva, São Paulo. 2018.

LEITÃO, U. A.; FERNANDES, J. A.; LAGE, G. Investigação de Perfis Conceituais em uma atividade experimental sobre força magnética no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 290-315, 2018.

LEITE, M. A. da S. **Mapeamentos das zonas do perfil conceitual de calor por meio de um jogo educativo para alunos da EJA**. 2018. 102 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

LOPES, R. O. **A evolução do perfil conceitual de átomo por meio de atividades experimentais espectroscópicas**. 2017. 153 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Porto Alegre, 2017.

LUCCAS, S.; BERNADELLI, M. S.; NETO, J. C.; LUCAS, L. B. Delineamento do perfil conceitual de avaliação de mestrandos em ensino. **Revista de Gestão e Avaliação Educacional**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2019.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5. ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARCUSCHI, L. A. **Análise da conversação**. São Paulo: Editora Ática, 2000.

MATTOS, C. R. Conceptual Profile as a Model of a Complex World. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. A (org.) **Conceptual Profile: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. Holanda: Springer, 2014. p. 263- 291.

MATTOS, M. G. DE.; ROSSETO JÚNIOR, A. J.; BLECHER, S. **Teoria e prática da metodologia da pesquisa em educação física: construindo sua monografia, artigo científico e projeto de ação**. São Paulo: Phorte. 2004.

MENEZES, V. M. S. **Perfil conceitual a respeito da concepção atomística para os estados físicos da matéria de um grupo de alunos da educação de jovens e adultos – EJA**. 2019.82 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -Fundação Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

MILANI, I. G.; ARTHURY, L. H. M. A introdução de temas em aulas de física: utilização das concepções prévias nos modelos de mudança conceitual e perfil conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 414-430, 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 2010.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, 2018, p. 73-80.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v. 4, n. 3, p. 265-278, 1995.

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

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Ed. UFMG, Belo Horizonte, 2000.

MORTIMER, E. F. Studying Conceptual Evolution In The Classroom As Conceptual Profile Change. **Third International Seminar on Misconceptions and educational Strategies in Science and Mathemat** TIC. Proceedings. Ithaca, Nova Iorque: Misconceptions Trust, 1993.

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

MORTIMER, E. F., SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MORTIMER, E. F., SCOTT, P. H. **Meaning making in secondary science classrooms**. Philadelphia: Open University Press, 2003.

MORTIMER, E. F., SCOTT, P., EL-HANI, C. N. **Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. Anais. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

NARDI, R.; GATTI, S. R. T. Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 6, p. 115-144, 2004.

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.

PIAGET, J. **La Formation de la Notion de Force**. Paris: PUF, 1973.

PIAGET, J.; GARCIA, R. **Psychogenèse et Histoire des Sciences**, Paris: Flammarion, 1983 (trad. port.: Psicogênese e História das Ciências, Dom Lisboa: Quixote, 1987).

PORLÁN, R.; MARTÍN, J. **El diario del professor**. Sevilla: Díada Editora, 1997.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G.; SANZ, A. **La comprensión de la química em la adolescência**. Faculdade de Psicologia. Universidade Autónoma de Madrid, 1993.

POZO, J. I.; CRESPO M.A.; SANZ, A. When conceptual change does not mean replacement: different representations for different contexts. En: W. Schnotz; S. Vosniadou y M. Carretero (Eds.) **New perspectives on conceptual change**. Londres: Elsevier. 1999.

RADÉ, T. S. **O conceito de força na Física**: Evolução histórica e perfil conceitual, 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2005.

REIS, J. **Educação é investimento**. São Paulo: Ibrasa, 1968.

REIS, V. P. G. S. **O perfil conceitual de herança biológica**: investigando dimensões epistemológicas e axiológicas do processo de significação do conceito no contexto do ensino médio de genética. 2018. 251 p. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

RIBEIRO, J. A. Elaborando um perfil conceitual de equação: desdobramentos para o ensino e a aprendizagem de matemática. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 55-71, 2013.

RODEN, J.; WARD, H. O que é ciência? In: WARD, H. et al. (Eds.). **Ensino de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Artmed Editora, 2009. p. 14–33.

RODRIGUES, A. M. **Redimensionando a noção de aprendizagem nas relações entre perfil conceitual e abordagem sócio-cultural-histórica**. 2009. 158 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

RUGGIERO, S.; CARTELLI, A.; DUPRÈ, F.; VICENTINI-MISSONI, M. Weight, gravity and air pressure: mental representations by Italian middle school pupils. **European Journal of Science Education**, v.7, n.2, p. 181 – 194, 1985.

RUIZ, J. A. **Metodologia Científica**: guia para eficiência nos estudos. São Paulo, Atlas. 2009.

SABINO, J. D. **A utilização do perfil conceitual de substância em sala de aula**: do planejamento do ensino à análise do processo de aprendizagem dos estudantes. 2015. 157 p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

SANTOS, C. M. dos. **Usando a difração da luz como analogia para a compreensão da estrutura cristalina, determinada por raio X**. 2018. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Lavras, São Paulo, 2018.

SANTOS, R. P. dos. Uma Proposta para o Perfil Conceitual do Conceito de Massa na Física. Anais do IX EPEF – **Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Jaboticatubas, MG, SBF, 26 a 29 de outubro de 2004. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física -SBF, 2005.

SANTOS, W. S.dos. **Métodos ativos de aprendizagem aplicados em aulas de física do ensino médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé/RJ. p. 1-86. 2017.

SEPULVEDA, C. A. S. e. **Perfil conceitual de adaptação: uma ferramenta para a análise de discurso de salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução**. 2010. 404 p. Tese (Doutorado Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

SEPULVEDA, C., MORTIMER, E.F., EL-HANI, C.N. **Construção de um perfil para o conceito de adaptação evolutiva**. in: Mortimer, E.F. (Org). Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte. 2008.

SILVA JUNIOR, G. P. da. **O perfil conceitual de radiação na formação inicial de professores de física na UFG e suas propostas de intervenção pedagógica para o ensino médio**. 2011. 105 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

SILVA, F. C. V. da. **Análise de diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de ácido/base em uma experiência socialmente situada vivenciada por licenciandos em Química**. 2017. 241 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2017.

SILVA, F. C. V. da; AMARAL, E. Articulando conhecimentos científicos e práticos sobre ácidos/bases: uma análise de formas de falar e modos de pensar de licenciandos em química e cabeleireiras. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 22, 2020.

SILVA, J. R. R. T., AMARAL, E. M. R. Proposta de um perfil conceitual para substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 53-72, 2013.

SIMÕES NETO, J. E. **Uma proposta para o perfil conceitual de energia em contextos de ensino da física e da química**. 2016. 250 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

SOUZA, E. V. de. **Uma proposta de levantamento de perfis conceituais de ensinar e aprender**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 2008.

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

TEODORO, S. R. **A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) –, Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

THOMAS, J. R., NELSON, J.K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. (3ª ed). Porto Alegre: Artmed. 2002.

TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. Ed. Martins Fontes: São Paulo. 2006.

TRAJANO, L. L. **Proposta e análise de estratégias de ensino para os conceitos de entropia e espontaneidade**. 2016. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

URE, M. H., *et al.* Concepciones Intuitivas de los Estudiantes (de Educación Media y la Universidad) sobre el Principio de Acción y Reacción. **Rev. Bras. de Ensino de Física**, v. 16, n. 1-4, p. 120-128, 1994.

VAIRO, A. C.; REZENDE FILHO, L. A. C. de. Perfil Conceitual como tema de pesquisa e sua aplicação em conteúdos de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 15, p. 193-208, 2013.

VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**, v. 1, n. 2, p. 205-222, 1979.

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

WATTS, D.; ZYLBERSZTAJN, A. A survey of some children's ideas about force. **Physics Education**, v. 16, n. 6, p. 360-365, 1981.

ZAIA, N. **Conceptual profile of pupils and students of the radiation**. In: 4th ESERA Conference, Noordwijkerhout, The Netherlands. 2003.

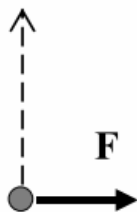
ZANOTTO, R. L. **Saberes populares: recurso para o ensino de conceitos químicos num enfoque CTS**. 2015. 181 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

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.

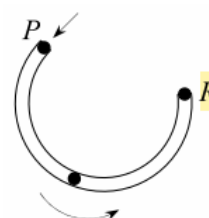
APÊNDICE 1

QUESTIONÁRIO – PÓS-TESTE

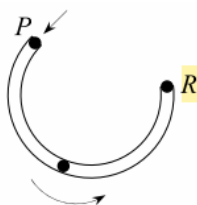
Nome: _____



A figura ao lado mostra um canal circular aberto preso à superfície de uma mesa horizontal sem atrito. Você está vendo o sistema de cima. Uma bola de gude é atirada a alta velocidade no canal no ponto P e sai no ponto R. A resistência do ar é desprezível.



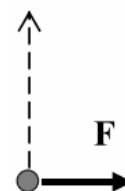
1. Rerpesente, na figura abaixo, a trajetória que a bola de gude irá seguir ao sair pelo ponto R.



2. Como se comporta o módulo da velocidade da bola de gude a partir do ponto R?

3. Qual(is) as forças que agem sobre a bola de gude enquanto ela se move ao longo do caminho que você apresentou na Questão 1?

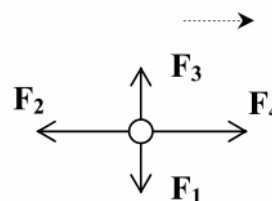
A figura ao lado mostra um disco de *hockey* que se move em um piso horizontal sem atrito. Você está vendo o sistema de cima. ***O disco está deslizando ao longo da linha reta na direção e sentido da seta pontilhada.*** Duas forças constantes e de diferentes magnitudes são exercidas sobre o disco. A figura ao lado só exibe a força que é exercida na direção mostrada pela seta apontando para a direita.



4. Complete a figura representando a intensidade e a direção em que a força está sendo exercida?

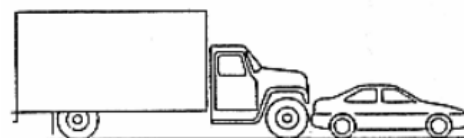
5. Como se comporta a velocidade do disco quando as duas forças constantes e são exercidas juntas sobre o disco durante o seu movimento?

Quatro forças F_1 , F_2 , F_3 e F_4 são exercidas ao mesmo tempo sobre um disco de *hockey*. O disco se move com velocidade constante ao longo de uma linha reta no sentido de F_4 . As setas na figura ao lado representam as direções das quatro forças, mas não suas magnitudes.



6. Qual a relação entre as forças F_1 , F_2 e F_3 ?

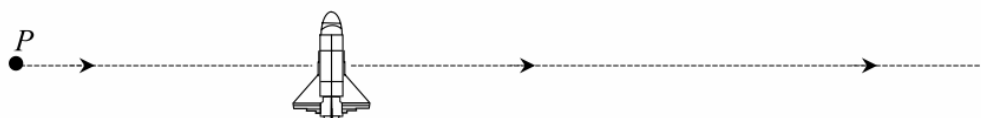
Um carro de passeio quebra em uma estrada horizontal. Um caminhão o empurra por trás até chegar a uma cidade como mostrado na figura.



7. Considere o momento em que o caminhão começa a empurrar o carro. Há forças de atrito entre o chão e as rodas do caminhão e do carro; despreze a resistência do ar. Faça um diagrama de corpo livre para cada um dos corpos. (advertência: ao desenhar as forças, busque colocar em escala aqueles pares que, de alguma forma, se relacionam.)

8. Considere o momento em que o caminhão e o carro já se movem com velocidade constante sobre a estrada. Há forças de atrito entre o chão e as rodas do caminhão e do carro; despreze a resistência do ar. Faça um diagrama de corpo livre para cada um dos corpos. (advertência: ao desenhar as forças, busque colocar em escala aqueles pares que, de alguma forma, se relacionam.)

Com os motores desligados uma nave espacial está “deslizando” pelo espaço com uma *velocidade constante* em linha reta, iniciando no ponto P.



9. Faça um diagrama de corpo livre e desenhe a força resultante sobre a nave.

Quando a nave espacial alcança o ponto Q, o motor da nave é ligado e, a partir daquele ponto, passa a exercer uma força que empurra a nave numa direção que é perpendicular à linha PQ.



10. Desenhe a trajetória que melhor representa o caminho seguido pela nave a partir do ponto Q.

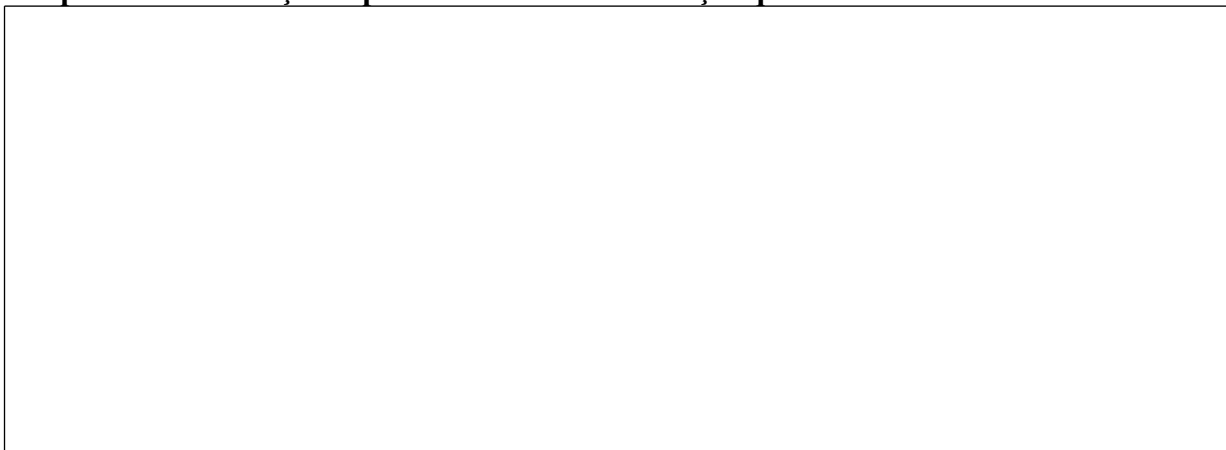
11. Como se comporta a velocidade (como vetor) da nave espacial a partir do ponto Q e ao longo do caminho que você escolheu na Questão anterior?

A figura mostra dois discos de *hockey* P e Q sobre uma mesa horizontal sem atrito. Você está vendo o sistema de cima. Os dois discos têm o mesmo tamanho, mas o disco P tem duas vezes a massa do disco Q. Os dois discos são empurrados na mesma direção por forças iguais até a linha de chegada. A resistência do ar é desprezível.



12. O que você pode afirmar sobre a *aceleração* do disco P em relação à *aceleração* do disco Q?

13. Você está empurrando uma caixa com uma força horizontal constante . A caixa, então, se move sobre o piso horizontal com velocidade constante . Faça o diagrama de corpo livre da situação representando todas as forças que atuam na caixa.

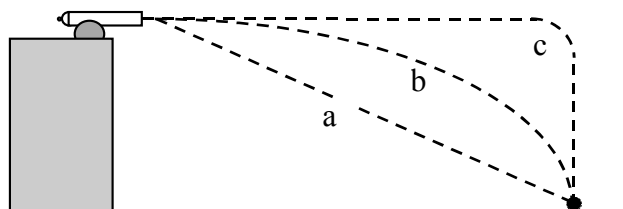


14. Depois de empurrar a caixa por um intervalo de tempo, você perde contato com a caixa e para de exercer força sobre ela (continua existindo atrito). A partir daí, como será o movimento da caixa? Descreva-o; desenhe o diagrama de corpo livre dessa nova situação.

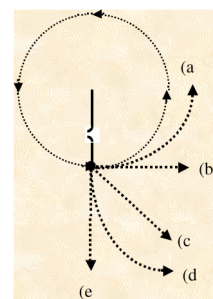


PRÉ-TESTE

1. Qual dos caminhos no diagrama abaixo representa melhor a trajetória da bala de canhão?



2. Um garoto gira horizontalmente uma esfera pesada atada a uma corda, como ilustrado na figura ao lado. No ponto indicado, a corda parte-se repentinamente. Observado de cima, indique o caminho feito pela esfera após a ruptura da corda.



3. Um estudante lança uma esfera de metal para cima. Desconsiderando-se quaisquer efeitos de resistência do ar, as forças atuando na esfera até o seu retorno ao chão são:

- a) O seu peso verticalmente para baixo, juntamente com uma força para cima continuamente decrescente;
- b) Uma força para cima, continuamente decrescente desde o momento em que a esfera deixa a mão e até que ela atinge o ponto mais alto, após o que há a força da gravidade para baixo e continuamente crescente à medida que a esfera se aproxima do chão;
- c) A força da gravidade para baixo e constante, juntamente com uma força para cima que continuamente diminui até que a esfera atinge o ponto mais alto, após o que há apenas a força da gravidade para baixo e constante.
- d) Apenas a força da gravidade para baixo e constante;
- e) Nenhuma das anteriores: a esfera cai de volta à terra simplesmente porque é a sua tendência natural.

4. O diagrama abaixo representa um disco de hóquei deslizando, com velocidade constante, sobre a superfície do gelo horizontal e sem atrito, quando recebe uma pancada instantânea do lado direito, conforme indicada pela seta mais grossa. Ao longo de qual dos caminhos abaixo mover-se-á o disco de hóquei após receber a pancada?

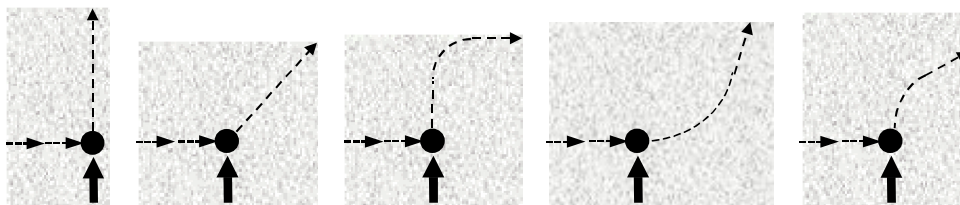
a

b

c

d

e



5. Como você definiria força?

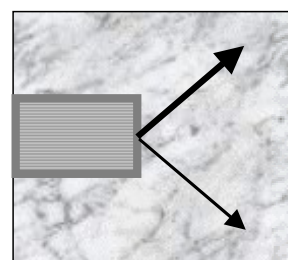
6. O que causa uma força?

7. Que tipos de força você conhece?

8. Um pesado caminhão avaria-se na estrada e recebe ajuda de um pequeno carro. Depois que o carro, sempre a empurrar o caminhão, atinge a velocidade que o seu condutor quer manter constante durante o restante da viagem,

- a) A força exercida pelo carro sobre o caminhão para empurrá-lo é igual à força que o caminhão exerce de volta contra o carro;
- b) A força exercida pelo carro sobre o caminhão para empurrá-lo é menor que a força que o caminhão exerce de volta contra o carro;
- c) A força exercida pelo carro sobre o caminhão para empurrá-lo é maior que a força que o caminhão exerce de volta contra o carro;
- d) O carro tem o motor a trabalhar e exerce força sobre o caminhão para empurrá-lo, mas o motor do caminhão está desligado e, portanto, o caminhão não exerce força de volta contra o carro; o caminhão é empurrado para a frente simplesmente porque está no caminho do carro;
- e) Nem o carro nem o caminhão exercem quaisquer forças um sobre o outro, o caminhão é empurrado para a frente simplesmente porque está no caminho do carro.

9. Um homem forte e um rapaz estão puxando, tão forte quanto podem, duas cordas amarradas a um caixote de mercadorias, tal como ilustrado no diagrama ao lado, visto de cima. Desenhe a direção exata do deslocamento do caixote enquanto eles o puxam.



10. Suponha que a caixa da questão anterior está sendo arrastada com velocidade constante. O que acontecerá com a caixa se o homem e o rapaz passarem a puxá-la com metade da força anterior? Explique.

11. Se as forças aplicadas à caixa no problema anterior forem subitamente retiradas, a caixa irá:

- a) Parar imediatamente;
- b) Continuar a velocidade constante por um período muito curto de tempo e em seguida reduzir a velocidade até parar;
- c) Começar imediatamente a reduzir a velocidade até parar;
- d) Continuar a velocidade constante;
- e) Aumentar a sua velocidade por um período muito curto de tempo e em seguida começar a reduzir a velocidade até parar.

12. Um livro está deitado sobre o tampo de uma mesa. Qual(is) da(s) força(s) seguintes está(ão) agindo sobre o livro?

- a) Apenas uma força para baixo devida à gravidade
- b) Uma força para baixo devida à gravidade e uma força para cima devida à mesa;
- c) Uma força para baixo devida à gravidade, uma força para cima devida à mesa e uma força para baixo devida à pressão do ar;
- d) Uma força para baixo devida à gravidade, uma força para cima devida à mesa e uma força para cima devida à pressão do ar;
- e) Nenhuma das anteriores: uma vez que o livro está imóvel, não há forças atuando sobre ele.