



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO BRASILEIRA

MARIA AMÁLIA SIMONETTI GOMES DE ANDRADE

CRIANÇAS “À SOMBRA DO CONCEITO”:
PERFIL CONCEITUAL DE GRAVIDADE

FORTALEZA-CE

2014

MARIA AMÁLIA SIMONETTI GOMES DE ANDRADE

**CRIANÇAS “À SOMBRA DO CONCEITO”:
PERFIL CONCEITUAL DE GRAVIDADE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal do Ceará (UFC), na linha de pesquisa Desenvolvimento, Linguagem e Educação da Criança, para a segunda qualificação.

Orientadora: Sílvia Helena Vieira Cruz
Coorientador: Idevaldo da Silva Bodião

FORTALEZA-CE

2014

MARIA AMÁLIA SIMONETTI GOMES DE ANDRADE

**CRIANÇAS “À SOMBRA DO CONCEITO”:
PERFIL CONCEITUAL DE GRAVIDADE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal do Ceará (UFC), na linha de pesquisa Desenvolvimento, Linguagem e Educação da Criança, para a segunda qualificação, com a seguinte banca examinadora:

Sílvia Helena Vieira Cruz – Orientadora _____

Idevaldo da Silva Bodião – Coorientador _____

Ana Maria Monte Coelho Frota - Examinadora _____

Eduardo Fleury Mortimer - Examinador _____

Eloísa Maia Vidal - Examinadora _____

Charbel Niño El-Hani - Examinador _____

Resultado:

Fortaleza, 11 de junho de 2014

*Este estudo dedico a um ser humano
que me apontou o universo,
o meu pai, Cleando Cortez Gomes.*

AGRADECIMENTOS-CAMPO-DE-FORÇA-GRAVITACIONAL

Força-Mestre

Professora-orientadora Sílvia Helena Vieira Cruz por me ouvir, por me deixar falar, por respeitar a minha escolha deste doutorado. Você acredita que escutar as crianças em pesquisa “decorre de uma postura política”. Ao me deixar *pesquisar com*, você foi ética além de afetuosa.

Professor-coorientador Idevaldo da Silva Bodião por me ensinar o “impetus-inércia” do caminho da plenitude da pesquisa.

Professor Eduardo Fleury Mortimer, criador de perfis conceituais, por inspirar e amparar o meu estudo.

Professor Charbel Niño El-Hani também inventor de perfis conceituais, por me acolher e ouvir.

Professora Ana Maria Monte Coelho Frota pela sua força-afeto de amiga sempre.

Professora Eloísa Maia Vidal pelo respeito e vibração com a minha escolha.

Força-Devir-Criança

Às crianças que participaram desta pesquisa pelo prazer de me ensinarem sobre gravidade com os seus sentidos-significados conceituais fantásticos.

Às crianças que participaram das atividades piloto por me inspirarem, rabiscando labirintos da pesquisa.

Força-Família

Meu Afrânio, pela força-amor-companheira sempre.

Minha Mariana e Meu Artur, pela força-filhos-ventre-inerente.

Minha Salete Simonetti, pela força-mãe.

Força-Tarefa

Aline Simonetti, Anita Lustosa, Christiane Amaral, Fátima Carneiro Vasconcelos Araújo, Flávia Regina Pontes, Giane Rodrigues, Gyrleiwe Motta, Manuela Granjeiro, Orion Araújo, pelas interações-gravidade-força.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo principal constituir um perfil conceitual de gravidade com concepções de gravidade de crianças de quatro e cinco anos de idade. A abordagem de perfis conceituais foi adotada como ferramenta teórico-metodológica de análise da heterogeneidade dos modos de pensar e falar esse conceito. Essa abordagem, concebida por Mortimer (2000) e desenvolvida por um grupo de pesquisadores no programa de pesquisa de perfis conceituais, já foi empregada em várias pesquisas, dissertações e teses no Brasil e em outros países. O perfil conceitual deste estudo foi constituído em três domínios genéticos: o domínio sociocultural, por meio de uma revisão bibliográfica sobre a história do conceito de gravidade; o ontogenético, por meio da compilação de estudos sobre concepções de gravidade de estudantes; e o microgenético, por meio de um estudo de caso de natureza exploratória realizado com crianças de quatro e cinco anos de idade para apreender suas conceitualizações de gravidade. A análise dialógica dos discursos das crianças sobre o porquê de coisas caírem possibilitou uma proposição de perfil conceitual de gravidade, constituído em três zonas: internalista, externalista, composicional. Essas três zonas representam modos de compreensão das crianças sobre o conceito de gravidade. A zona internalista expõe que a gravidade é característica do corpo; a zona externalista que a gravidade é provocada por uma ação externa ao corpo; a zona composicional mostra que a gravidade é intercâmbio de ações.

Palavras-chave: Perfil conceitual. Concepções de gravidade em crianças. Zona internalista. Zona externalista. Zona composicional.

ABSTRACT

This study aimed to provide a conceptual profile of gravity with conceptions of gravity of children four and five years old. The approach of conceptual profiles was adopted as a theoretical and methodological tool for analyzing the heterogeneity of ways of thinking and talking about this concept. This approach, designed by Mortimer (2000) and developed by a group of researchers in the research program of conceptual profiles, has already been used in several studies, dissertations and theses in Brazil and other countries. The conceptual profile of this study consisted of three genetic domains: the sociocultural domain, through a literature review on the history of the concept of gravity; the ontogenetic, through the compilation of studies on student conceptions of gravity; and the microgenetic, through an exploratory case study conducted with children four and five years old to grasp their conceptualizations of gravity. The dialogic analysis of discourses of children about why things fall provided a proposition of a conceptual profile of gravity, consisting in three zones: internalist, externalist and compositional. These three zones represent ways of children understanding about the concept of gravity. The internalist zone exposes that gravity is a characteristic of the body; externalist zone exposes that gravity is caused by an external action to the body; compositional zone shows that gravity is an exchange of actions.

Keywords: Conceptual profile. Gravity conceptions in children. Internalist zone. Externalist zone. Compositional zone.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	ABORDAGEM DE PERFIS CONCEITUAIS.....	16
2.1	Concepção da abordagem de perfis conceituais	16
2.2	Perfil conceitual sociocultural e dialógico: contribuições de Vigotski e Bakhtin no olhar de Wertsch.....	18
2.3	A constituição de zonas como modelagem de perfil conceitual	25
3	A FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM VIGOTSKI: PSEUDOCONCEITOS – CONCEITOS “À SOMBRA DE CONCEITOS”	28
3.1	Desenvolvimento dos conceitos: o estudo experimental de Vygotsky.....	28
3.2	Os pseudoconceitos	31
3.3	Desvelar pseudoconceitos: desafio do pesquisador	35
4	DESENHOS METODOLÓGICOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM PERFIL CONCEITUAL DO CONCEITO DE GRAVIDADE	37
4.1	Desenhos metodológicos deste estudo	37
4.2	Estudo de caso como análise microgenética: singularidade deste estudo	40
4.3	Passo a passo do estudo de caso	44
4.3.1	<i>Situação investigativa I</i>	46
4.3.2	<i>Situação investigativa II</i>	52
4.3.3	<i>Situação investigativa III</i>	55
5	POLISSEMIA DO CONCEITO DE GRAVIDADE NOS DOMÍNIOS: SOCIOCULTURAL, ONTOGENÉTICO E MICROGENÉTICO	57
5.1	História do conceito de gravidade: domínio sociocultural.....	57
5.2	Concepções de gravidade em pesquisas com estudantes: domínio ontogenético	69
5.3	Concepções do conceito de gravidade de crianças de quatro e cinco anos de idade: domínio microgenético	81
5.4	Desenho da matriz epistemológica do conceito de gravidade.....	94

6	PROPOSIÇÃO DE ZONAS DE UM PERFIL CONCEITUAL DE GRAVIDADE.....	98
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
	REFERÊNCIAS	117

1 INTRODUÇÃO

“Quase tudo cai! Nem toda coisa cai!”
“Quando a gravidade é zero, não cai.”
“O Sol não cai porque a força da gravidade entra no universo.”
“O Sol não cai porque a gravidade fica pertinho do Sol.”¹

Sabemos que a criança em idade pré-escolar tem uma maneira peculiar de conceituar e entender o mundo. Em especial, as crianças fazem muitas perguntas, dão muitas explicações, pensam e elaboram muitas hipóteses sobre objetos físicos e da natureza, mostrando que sua forma de conceituar é instigante e curiosa.

O meu persistente olhar-pensar para as crianças e para o segmento da educação infantil confunde-se com as minhas atividades de ensino, extensão e pesquisa como professora da Universidade Federal do Ceará. Desde a época do mestrado em Educação, ao estudar “As representações de crianças como mediadora da construção do conhecimento matemático” (ANDRADE, 1996), já me interessava desvendar como as crianças, em idade pré-escolar, conceituam o mundo físico e a natureza. Hoje, no doutorado, insisto nesse olhar-pensar com e para as crianças e para a importância da qualidade desse segmento.

Quando escrevi *Aprender ciências na educação infantil: natureza e sociedade* (ANDRADE, 2002) e *Ciências da natureza na educação infantil: com e para crianças* (ANDRADE, 2003) para cursos de formação de professores de educação infantil do estado do Ceará, concluí que precisaríamos escutar e entender mais as concepções das crianças sobre o mundo físico e a natureza.

Uma pesquisa realizada pela Fundação Carlos Chagas², intitulada “A qualidade da educação infantil no Brasil: um estudo em seis capitais brasileiras” (CAMPOS *et al.*, 2011, p. 35), mostrou que as experiências propostas, no item natureza e ciências, das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil, publicadas pelo MEC em 2009, obtiveram a menor pontuação em relação à qualidade.

¹ Falas de crianças de cinco anos e seis anos de idade, inseridas em uma instituição de educação infantil de Fortaleza (2º semestre de 2009). Essas falas foram apreendidas em uma atividade exploratória que inspirou este estudo.

² Essa pesquisa foi realizada em 2010 e publicada em 2011.

O item Natureza e ciências obteve a pontuação mais baixa (1,6) do conjunto dos itens. Segundo a escala, a nota mínima é dada quando “Não há jogos, materiais ou atividades acessíveis sobre natureza/ciências” [Ecers-R adaptada, p. 56]. Parece, nesse caso, que não estão sendo oferecidas oportunidades para que as crianças desenvolvam sensibilidade e conhecimentos sobre o meio ambiente natural, questão cada vez mais importante para as futuras gerações.

Na década de 1930, Vigotski (2001, p. 241) já afirmava a importância da construção de conceitos científicos desde a infância: “O desenvolvimento dos conceitos científicos na idade escolar é, antes de tudo, uma questão prática de uma importância imensa – talvez até primordial”. Wallon (1989), em *As origens do pensamento da criança*, apresenta interessantes explicações causais das crianças sobre o céu, o Sol, a Lua e o vento, e Piaget (1999), em *A linguagem e o pensamento da criança*, mostra que dos cento e três porquês de explicação causal de uma criança estudada, oitenta e sete referem-se às questões sobre a natureza³.

Fazendo a análise da arte, em diversas fontes, sobre estudos acadêmicos brasileiros (dissertações, teses e pesquisas) sobre o conhecimento das crianças em relação ao mundo físico e à natureza, em idade pré-escolar, constatei uma escassez de pesquisa sobre essa temática nos últimos dez anos. Apenas três teses foram localizadas: “A exploração do mundo físico pela criança: participação e aprendizagem” (GOULART, 2005), “Desenhos, palavras e borboletas na educação infantil: brincadeiras com ideias no processo de significação sobre seres vivos” (DOMINGUEZ, 2006) e “A ciência na educação infantil: uma análise a partir dos projetos e reflexões desenvolvidas pelos educadores infantis” (SOUZA, 2008).

As dissertações de mestrado identificadas foram: “Rodas de ciências na educação infantil: um aprendizado lúdico e prazeroso” (DOMINGUEZ, 2001), “Linguagem do e no ensino de ciências: o conhecimento científico e as interações em sala de aula na educação infantil” (SCARPA, 2002), “O ensino de ciências na educação infantil: análise de práticas docentes” (ZUQUIERI, 2007) e “O ensino de ciências na educação da infância numa perspectiva cultural e científica: análise de aprendizagem de alunos-professores do programa de educação continuada” (PELIZON, 2007).

³ Nessa pesquisa, Piaget analisou 1.125 perguntas espontâneas: “os porquês” espontâneos de Del, criança estudada dos seis aos sete anos de idade, durante dois anos.

Foram também encontradas algumas pesquisas sobre Ciências da Natureza e os conhecimentos das crianças na educação infantil: “Introduzindo Física para crianças em idade pré-escolar (3 a 6 anos)” (ESPINDOLA; MELLO; VENEGAS, 2009), “Educação infantil e o conhecimento do mundo” (STEFANI; LIMA, 2008), “A construção de conceitos em ciências naturais na interação em sala de aula” (GOULART; GOMES, 2000) e “Crianças pequenas e seus conhecimentos sobre micro-organismos” (BIZERRA *et al.*, 2009).

Menezes (2009), em um artigo, assinala que o conhecimento sobre as Ciências da Natureza é essencial na atualidade e que ninguém, nem mesmo as crianças, pode ser privado dele, pois vivemos o tempo histórico da explosão da ciência e das tecnologias. E no prefácio do livro *Ensinando ciências na educação infantil*, Arce, Silva e Varotto (2011, p. 9) lamentam por não haver no Brasil projetos significativos de ciências para a educação infantil e afirmam: “conceitos e bases explicativas construídas pela ciência sobre os fenômenos da natureza podem e devem ser apresentados às crianças já na Educação Infantil”. Essas autoras citam o livro *Science literacy in primary schools and pre-schools* do físico e educador Eshach, que expõe seis razões em favor da apresentação das ciências para crianças desde a pré-escola:

Crianças espontaneamente apreciam observar e analisar a natureza; o ato de expor estudantes à ciência desenvolve atitudes positivas em relação a ela; a exposição precoce aos fenômenos científicos leva à compreensão melhor de conceitos científicos; o uso da linguagem culta de ciência na infância influencia o desenvolvimento eventual dos conceitos científicos; crianças podem entender e raciocinar cientificamente; e ciência é um meio eficiente para desenvolver o pensamento científico (ARCE; SILVA; VAROTTO, 2011, p. 11).

A pesquisadora Cruz (2008, p. 13) diz que a criança, enquanto objeto de estudo, tem sido muito observada e pouco ouvida nas pesquisas e sugere outro olhar para a escuta das crianças: “acreditar que mesmo crianças ainda bem pequenas têm o que dizer deriva de algumas ideias que vêm sendo construídas nas últimas décadas”. Souza e Castro (2008) frisam também a importância da escuta da criança em pesquisas e de se pesquisar “com a criança” compreendendo a interação pesquisador-criança, o lugar social que a criança assume nessa interação no contexto de pesquisa.

Com essa tessitura da escuta de crianças em pesquisas, em uma das minhas conversas com crianças da educação infantil, elas mostraram bastante curiosidade em descobrir “as coisas das coisas” e, entre “as coisas das coisas”, a “queda das coisas”. Nessa conversa surgiu a pergunta: “por que as coisas caem?”. As crianças deram muitas explicações, como: “as coisas caem porque a força da gravidade puxa para o chão”, “a força da gravidade da Terra puxa”, “o Sol não cai porque a força da gravidade fica pertinho”⁴. O interesse das crianças em explicar por que as coisas caem me inquietou e, então, decidi investigar as concepções das crianças sobre o porquê de coisas caírem, ou seja, estudar as concepções das crianças sobre a gravidade, um conceito de Física.

Cherman e Mendonça (2009, p. 14) afirmam que “a gravidade é mais que um objeto de estudo, é um fascinante elemento das nossas vidas” que despertou o interesse dos grandes pensadores da história das ciências como Newton e Einstein. Concluem que “a gravidade é especial porque ela é universal, para usar uma palavra cara a Newton, ou, ainda, porque é geral, usando um termo querido de Einstein” (2009, p. 14).

Escolhi a abordagem dos perfis conceituais, uma ferramenta teórico-metodológica de análise de modos de pensar e falar um conceito, para estudar concepções de crianças sobre gravidade. O conceito de gravidade é significativo para estudos de perfil conceitual por ser um conceito polissêmico, um conceito central (estruturante)⁵ na Física e está presente na linguagem científica e na linguagem cotidiana. Essa abordagem, concebida por Mortimer (1994), já foi empregada em várias pesquisas, dissertações e teses no Brasil e em outros países. Por exemplo: Mortimer (2000): perfil conceitual de átomo; Amaral e Mortimer (2004): perfil conceitual para entropia e espontaneidade; Coutinho, Mortimer e El-Hani (2007): perfil conceitual do conceito biológico de vida; Quadros e Santos (2007);

⁴ Esse diálogo com as crianças se configurou como atividade exploratória do projeto desta pesquisa, apresentado e refletido na primeira qualificação (Estudo exploratório com crianças de cinco e seis anos de idade em uma instituição de educação infantil privada de Fortaleza, 2º semestre 2009) (ver anexo).

⁵ Para Ana Espinoza (1998) conceitos estruturantes são conceitos centrais, unificadores de uma área de conhecimento. “Utilizamos à denominação conceitos estruturantes para designar aquelas ideias que cruzam os conhecimentos da área e permitem estabelecer novas relações entre eles.” (ESPINOZA, 1998, p. 37).

Santos e Doménnech (2005): perfil conceitual de massa; Radé (2005): perfil conceitual de força; Sepúlveda (2010): perfil conceitual de adaptação.

No entanto, nenhuma pesquisa de perfil conceitual investigou conceitualizações de criança da pré-escola. Assim, o objetivo central deste estudo foi constituir um perfil conceitual de gravidade com concepções de gravidade de crianças de quatro e cinco anos de idade.

Os objetivos específicos foram os seguintes:

- desenhar uma matriz epistemológica do perfil conceitual de gravidade com a composição dos domínios sociocultural, ontogenético e microgenético desse conceito;
- constituir zonas do perfil dos domínios sociocultural e ontogenético capturando: a polissemia do conceito de gravidade na história desse conceito na história da Física (domínio sociocultural); concepções espontâneas de estudantes do conceito de gravidade (domínio ontogenético);
- constituir zonas expandidas do perfil no domínio microgenético com concepções de gravidade, em sua gênese, de crianças de quatro e cinco anos de idade;
- constituir zonas do perfil conceitual do conceito de gravidade de crianças de quatro e cinco anos.

Para alcançar tais objetivos, pesquisei aspectos históricos, epistemológicos e ontológicos do conceito de gravidade, seguindo os passos metodológicos para a construção de um perfil conceitual de acordo com Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2007). Por meio de revisão bibliográfica, desenhei a evolução do conceito de gravidade na história da Física e expus concepções do conceito de gravidade de estudantes, captadas em alguns estudos já realizados; e, através de um estudo de caso desenvolvido com crianças de quatro e cinco anos de idade, apreendi as suas concepções de gravidade.

A partir dessa diversidade conceitual foi desenhada a matriz epistemológica e elaborada uma proposta de zonas do perfil conceitual de gravidade. O diferencial deste estudo foi capturar concepções de gravidade das crianças “à sombra do conceito” e constituir zonas do domínio microgenético. O percurso deste estudo é

apresentado em seis capítulos, incluindo esta introdução. O segundo capítulo expõe a abordagem de perfil conceitual; o terceiro mostra a visão de formação de conceitos em Vigotski; o quarto traz os desenhos metodológicos para a construção do perfil conceitual do conceito de gravidade; o quinto apresenta a polissemia do conceito de gravidade nos domínios sociocultural, ontogenético e microgenético e uma proposta de matriz epistemológica do conceito de gravidade e o sexto capítulo apresenta a proposição de zonas do perfil conceitual de gravidade: concepções de gravidade de crianças de quatro e cinco anos de idade.

2 ABORDAGEM DE PERFIS CONCEITUAIS

“Os perfis conceituais constituem, precisamente, modelos de diferentes maneiras de ver e representar o mundo que são utilizadas pelas pessoas para significar sua experiência.”

El-Hani e Mortimer

Neste capítulo, apresento a concepção e a história teórico-metodológica da abordagem de perfil conceitual, idealizada no início da década de 1990, pelo professor e pesquisador Eduardo Fleury Mortimer, que concebeu essa abordagem como ferramenta teórica e metodológica para descrever a evolução das ideias de estudantes do ensino médio em aulas de Ciências. Sua intenção era modelar a heterogeneidade conceitual dos seus alunos do ensino médio e melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

2.1 Concepção da abordagem de perfis conceituais

No livro *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*, Mortimer (1994, 2000) apresenta a sua abordagem de perfil conceitual, concebida em sua tese de doutorado e inspirada no perfil epistemológico de Bachelard (1984), que expunha conceitos científicos concebidos por mais de uma doutrina e de modo distinto.

Podemos tentar definir 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 um indivíduo possuir um perfil conceitual diferente, as categorias pelas quais ele é traçado são as mesmas para cada conceito. A noção de perfil conceitual é, portanto, dependente do contexto, uma vez que é influenciada pelas experiências distintas de cada indivíduo; e dependente do conteúdo, já que, para cada conceito em particular, tem-se um perfil diferente. Mas as categorias que caracterizam o perfil são, ao mesmo tempo, independentes de contexto, uma vez que, dentro de uma mesma cultura, têm-se as mesmas categorias pelas quais são determinadas as diferentes zonas do perfil. Em nossa civilização ocidental e industrial, as zonas científicas do perfil são claramente definidas pela história das ideias científicas (MORTIMER, 2000, p. 80-81).

Mortimer foi além da concepção epistemológica de Bachelard com o intuito de analisar a evolução conceitual dos alunos, em decorrência do ensino. Seu objetivo era poder refletir sobre o pensamento conceitual dos alunos, tanto individual como no espaço sociocultural da sala de aula.

Usarei a noção de perfil conceitual no lugar de perfil epistemológico com o propósito de introduzir algumas características ao perfil que não estão presentes na visão filosófica de Bachelard, já que minha intenção é construir um modelo para descrever a evolução das ideias, tanto no espaço social da sala de aula como nos indivíduos, como consequência do processo de ensino (MORTIMER, 2000, p. 78).

Propondo uma distinção entre características ontológicas e epistemológicas do conceito, o autor chamou a atenção para a importância de o estudante apreciar o seu perfil conceitual e a importância do contexto sociocultural em que os alunos estão imersos, acreditando que os níveis “pré-científicos” dos conceitos dos estudantes são determinados pelos seus compromissos epistemológicos e ontológicos.

Confiava na importância do perfil conceitual no processo de ensino e aprendizagem que mostraria para o aprendiz que um conceito apresenta diferentes visões teóricas e que o aprendiz pode ter diferentes compreensões desse conceito ao mesmo tempo, ou seja, um mesmo conceito presente em diferentes zonas (epistemológica e ontológica) de um perfil conceitual pode conviver em uma mesma pessoa, correspondendo as suas distintas formas de pensar, suas múltiplas conceituações usadas em contextos específicos.

A primeira pesquisa que utilizou a abordagem de perfil conceitual foi um estudo sobre os conceitos de átomo e estados físicos da matéria (MORTIMER, 1995). Em seguida, vieram outras pesquisas abordando conceitos de Química e Física: os conceitos de molécula (MORTIMER, 1997), de átomo (MORTIMER, 2000) e de calor (MORTIMER; AMARAL, 2001).

Em seguida, surgiram outras pesquisas com diferentes propósitos: Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2007) pesquisaram o perfil conceitual no domínio da epistemologia; Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2007), a construção de um perfil para o conceito de adaptação evolutiva. Mortimer (2001) pesquisou zonas do perfil conceitual de matéria para apresentar as formas de pensar e modos de falar a partir

da noção de gênero do discurso e linguagem social de Bakhtin. Amaral (2004), também considerando a diversidade de ideias e contextos dos estudantes, pautada na abordagem sociocultural de Vigotski e Bakhtin, pesquisou o perfil conceitual de espontaneidade e entropia. Acompanhando essa linha de pesquisa, Coutinho (2005) e Sepúlveda (2010) expandiram a metodologia de constituição das zonas de perfil conceitual apoiados na relação dialógica da epistemologia e ontologia do conceito.

O percurso dessas pesquisas com diferentes finalidades de estudos, durante mais de uma década, levou o grupo de pesquisadores de perfis conceituais a reflexões e ampliações teóricas, excluindo algumas visões e incorporando a visão sociocultural e dialógica à abordagem de perfis conceituais.

2.2 Perfil conceitual sociocultural e dialógico: contribuições de Vigotski e Bakhtin no olhar de Wertsch

As propostas de Wertsch (1988, 1998), unindo as visões socioculturais de Vigotski e Bakhtin, foram legitimadas na abordagem de perfil conceitual, servindo de base para a discussão da pesquisa sociocultural e dialógica de perfis conceituais. Wertsch (*apud* WERTSCH, RIO, ALVAREZ, 1998, p. 60) mostrou a necessidade da ação humana na pesquisa sociocultural: “Adotar a ação humana como unidade de análise para a pesquisa sociocultural significa que ela serve como o objeto fundamental para ser descrito e interpretado”.

Com esse intuito, Wertsch (1998) propõe pensar o pensar humano (ação humana) como momentos interativos do funcionamento mental humano com o contexto sociocultural.

O funcionamento mental e o contexto sociocultural sejam entendidos como momentos dialeticamente interativos, ou aspectos de uma unidade mais inclusa de análise – a ação *humana*. Como se entende aqui, a ação não é conduzida nem pelo indivíduo nem pela sociedade, embora haja indivíduos e momentos sociais para qualquer ação. Pelas mesmas razões, um relato de ação não pode se originar do estudo do funcionamento mental ou do contexto sociocultural em isolado. Em vez disso, a ação fornece um contexto dentro da qual o indivíduo e a sociedade (bem como o funcionamento mental e o contexto sociocultural) são entendidos como momentos inter-relacionados (WERTSCH *apud* WERTSCH, RIO, ALVAREZ, 1998, p. 60).

Para fundamentar a noção de ação humana como unidade de análise na pesquisa sociocultural, Wertsch (1988, 1998) uniu a visão de “ação mediada” de Vigotski com ênfase no discurso, no pensamento, nas “ferramentas psicológicas” e nos “meios mediacionais” à visão de “gênero do discurso” de Bakhtin, enfocando o enunciado, o dialogismo, como forma de ação humana.

Para analisar as formas de pensar e os modos de falar dos estudantes em sala de aula, os pesquisadores do programa de perfis conceituais adotaram a visão sociocultural de Vigotski e a visão de “gênero do discurso” de Bakhtin⁶, concebendo os modos de conceitualização dos estudantes para além do individual e as linguagens socioculturais e dialógicas como recursos mediacionais constitutivos da construção dos conceitos.

A aproximação entre a abordagem de perfis conceituais com a abordagem sociocultural da aprendizagem gerou uma redefinição da unidade de análise da evolução conceitual no programa de pesquisa: “A conexão das visões de Vigotski e Bakhtin resignificaram a abordagem de perfis conceituais, teórica e metodologicamente, marcando uma nova fase de pesquisas do programa de perfis conceituais” (SEPÚLVEDA, 2010, p. 28).

Como podemos ver, esta constatação chamou a atenção para a importância de analisar o papel desempenhado por um sistema mediador, constituído pela interação discursiva entre estudantes e professor, bem como pelo uso de diversas ferramentas culturais, como os textos e atividades didáticas, na produção de novos significados no espaço social da sala de aula. Essa demanda levou o programa de pesquisa sobre perfis conceituais a se aprofundar no referencial teórico oferecido pelos escritos de Vygotsky, assim como em trabalhos acerca do papel da linguagem na construção de conhecimento inspirados em Vygotsky e comprometidos com uma abordagem sociocultural da cognição, entre eles, a obra de Wertsch (1985, 1991, 1998). Isso levou a um afastamento da abordagem piagetiana (SEPÚLVEDA, 2010, p. 26).

As ideias de Vigotski sobre os recursos mediacionais (relação pensamento e linguagem) e as relações sociais (relações entre pessoas), originando o pensamento supraindividual, tornaram-se parâmetros de análise na abordagem de perfis conceituais. Para Vigotski (2008), as relações sociais entre as pessoas embasam

⁶ Pesquisadores de perfil conceitual que utilizaram essa concepção: Coutinho, 2005; Coutinho, Mortimer, El-Hani, 2007; Sepúlveda, Mortimer, El-Hani, 2007; Sepúlveda, 2010.

geneticamente todas as funções superiores e suas relações. O desenvolvimento da criança não se realiza do individual para o socializado, mas do social para o individual. Inicialmente aparece como atividade social entre pessoas (função interpessoal) e em seguida como atividade individual (função intrapessoal). Dessa forma, o funcionamento interpessoal origina o funcionamento intrapessoal.

Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapicológica). Isso se aplica igualmente para a atenção voluntária, para memória lógica e para formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos (VIGOTSKI, 2008, p. 57-58).

Esse processo interpessoal e intrapessoal acontece em uma complexidade de transformações, resultado de uma extensa série de acontecimentos ocorridos ao longo do desenvolvimento da criança. Em seus estudos sobre a construção do pensamento e da linguagem e o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores, apresenta a tese de que as ações humanas, tanto no plano social como no plano individual, são ações mediadas. Para ele, todas as funções superiores têm como traço comum o fato de serem processos mediados.

O uso de meios artificiais – a transição para atividade mediada – muda, fundamentalmente, todas as operações psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior as novas funções psicológicas podem operar. Nesse contexto, podemos usar o termo função psicológica superior, ou comportamento superior com referência à combinação entre o instrumento e o signo na atividade psicológica [...]. Na fase inicial, o esforço da criança depende, de forma crucial, dos signos externos (VIGOTSKI, 2008, p. 56).

Wertsch (1998, p. 62) faz uma menção de que o raciocínio de Vigotski de “ação mediada” se baseia na análise de como várias influências se conectam e transformam a ação.

No ato instrumental nem os indivíduos nem os meios mediacionais funcionam separadamente, e se examinarmos separadamente nem podem fornecer subsídios adequados para um relato da ação prática. Em vez disso, a análise dessa ação deve estar baseada diretamente na tensão irreduzível entre os meios mediacionais e o indivíduo que os utiliza (WERTSCH, 1998, p. 62)

Em especial, Vigotski, em “A construção do pensamento e da linguagem”, destaca o uso da palavra, dos signos e das ferramentas semióticas como mediadores do conhecimento. A linguagem é, antes de tudo, um meio de comunicação social de enunciação e compreensão.

A função primária da linguagem é comunicar, relacionar socialmente, influenciar os circundantes tanto do lado dos adultos quanto do lado da criança. Assim a linguagem primordial da criança é puramente social; seria correto denominá-la linguagem socializada, uma vez que a esse termo se associa algo inicialmente não social, que só se tornaria social no processo de sua mudança e desenvolvimento. Só mais tarde, no processo de crescimento, a linguagem social da criança, que é plurifuncional, desenvolve-se segundo o princípio da diferenciação de determinadas funções e, em certa faixa etária, dividem-se de modo bastante acentuado em linguagem egocêntrica e linguagem comunicativa (VIGOTSKI, 2001, p. 63).

A ideia de recursos mediacionais, de ação mediada, tem um papel fundamental na abordagem de Vigotski, visto que as formas de ações do pensamento, mesmo as individuais, estão sempre relacionadas a esses recursos. Para o autor o pensamento é uma ponderação generalizada da realidade e, conseqüentemente, o significado da palavra é um ato de pensamento. Essa relação entre o pensamento e a palavra é outro ponto central nos seus estudos.

O significado da palavra do ponto de vista psicológico tem, na sua generalização, um ato de pensamento na verdadeira acepção do termo. Ao mesmo tempo, porém, o significado é parte inalienável da palavra como tal, pertence ao reino da linguagem tanto quanto ao reino do pensamento. Sem significado a palavra não é palavra, mas som vazio. Privada de significado, ela já não pertence ao reino da linguagem. [...] Por isso o significado pode ser visto igualmente como fenômeno da linguagem por sua natureza e como fenômeno do campo do pensamento. Não podemos falar do significado da palavra tomado separadamente. O que ele significa? Linguagem ou pensamento? Ele é, ao mesmo tempo, linguagem e pensamento porque é uma unidade do pensamento verbalizado (VIGOTSKI, 2001, p. 10).

No entanto, deixa claro que o pensamento e a linguagem não são a mesma coisa, se não, não seria uma relação: “quem funde pensamento com linguagem fecha para si mesmo o caminho para abordar a relação entre eles e antecipa a impossibilidade de resolver a questão” (VIGOTSKI, 2001, p. 3).

Wertsch (1998, *apud* WERTSCH; RIO; ALVAREZ, 1998, p. 62) pondera a ideia de ação mediada de Vigotski da seguinte forma:

Essa é a ação interpretada como envolvendo uma tensão irreduzível entre os meios mediacionais e os indivíduos que empregam esses meios. Uma consequência de tomar essa perspectiva é que a mesma noção de agente vem a ser redefinida. Em vez de presumir que os indivíduos, ao agirem sozinhos, são os agentes das ações, a designação apropriada de agente é “indivíduo-que-opera-com-meios-mediacionais”. É só utilizando essa designação que esperamos fornecer uma resposta adequada à questão fundamental. Quem é que de fato praticou a ação ou, no caso do discurso, quem é que de fato conduziu a fala?.

El-Hani e Mortimer (2010) advertem que é preciso refletir sobre a ideia de internalização de Vigotski, “de modo a não terminarmos fazendo uma mera justaposição de abordagens socioculturais e cognitivistas da cognição e aprendizagem”.

Entendemos a internalização das ferramentas culturais que mediam o desenvolvimento das funções mentais superiores em termos da constituição e potencialidades de emergência de funções mentais similares, sempre produzidas na interação socialmente situada entre um indivíduo e alguma situação externa, e não como a produção de estruturas mentais estabilizadas de modo inteiramente interno (EL-HANI; MORTIMER, 2010, p. 329. *In* CUNHA *et al.*, 2010)

No artigo “Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais”, Mortimer, Scott, El-Hani (2009, p. 3) chamam a atenção para um ponto fundamental do pensamento de Vigotski para entender a conceitualização: a distinção entre o sentido e o significado da palavra, a palavra como “portadora do conceito”.

Outra ideia de Vigotski ajuda a entender o que é permanente na conceitualização. Trata-se da distinção entre sentido e significado. Escreve Vigotski: “O sentido de uma palavra é o agregado de todos os fatos psicológicos que surgem em nossa consciência em consequência da palavra. O sentido é uma formação dinâmica, fluida e complexa que tem várias zonas que variam em sua estabilidade [...] Em diferentes contextos, o sentido de uma palavra muda” (VYGOTSKY, 1987, p. 275-276). O significado, por sua vez, é um construto social relativamente mais estável, tornando possível a intersubjetividade, na medida em que duas ou mais pessoas podem compartilhar o significado de uma palavra, ainda que variem nos sentidos que atribuem a ela. **A palavra se torna, desse modo, portadora do conceito.**

Para esses pesquisadores, conceituar é apreender significados socialmente aceitos de um conceito, entretanto, o significado das **palavras portadoras** do conceito não é uma mera consequência de um processo interno de uma pessoa. A

significação das palavras, a conceitualização, é um construto complexo, dinâmico e sociocultural.

Se conseguimos aprender o significado das palavras ao longo de nosso desenvolvimento, isso se deu a partir da rica produção de sentidos que empreendemos quando crianças, sendo gradualmente restringidos pelos ambientes educacionais (formais e não formais) até que as palavras adquiriram para nós um significado generalizável, relativamente estável. Se os significados mudam ao longo da dinâmica social, esta transformação só é possível a partir da matéria prima da produção de sentidos pelos indivíduos (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009, p. 4).

Wertsch (1988) faz entender melhor a conexão sentido-significado trazendo a visão dialógica de Bakhtin para esclarecer a noção de Vigotski de sentido de modo que não pareça uma oposição ao significado. Diferente de Vigotski, Bakhtin estudou a linguagem como fenômeno social e dialógico.

Uma forma de integrar as ideias desses autores é ampliar as afirmações de Vygotsky sobre o funcionamento semiótico contextualizado, no concreto, sua concepção de sentido. Incorporando as ideias de Bakhtin sobre a fala e a dialogicidade a noção de sentido de Vygotsky, se expande a noção de contexto e signo (WERTSCH, 1988, p. 236).

A visão bakhtiniana da linguagem como fenômeno social e dialógico também foi agregada à abordagem de perfil conceitual. Com a noção de gêneros de discursos e linguagens sociais de Bakhtin, as zonas do perfil conceitual foram vistas como diferentes formas de pensar e modos de falar.

Mortimer (2001) propôs que investigações sobre a produção de novos significados poderiam ser organizadas tendo em vista a relação entre formas de pensar, caracterizada a partir de um perfil conceitual, e modos de falar, caracterizados em termos das noções de linguagem social e gênero de discurso de Bakhtin (SEPÚLVEDA, 2010, p. 27).

Bakhtin defende a língua como interação verbal, cujo fundamento é o caráter dialógico e polifônico. Toda enunciação é um diálogo, todo enunciado é dialógico e toda relação dialógica é uma relação de sentidos. Acredita que por trás de cada texto (imagem, texto oral ou escrito) está o sistema da linguagem: único, individual e singular. Essa singularidade mostra o sentido particular e plural do texto.

O acontecimento da vida do texto, isto é, a sua verdadeira essência, sempre se desenvolve na fronteira de duas consciências, de dois sujeitos. [...] A complexa inter-relação do texto (objeto de estudo e reflexão) e do contexto emoldurador a ser criado (que interroga, faz objeções, etc.), no qual se realiza o pensamento cognoscente e valorativo do cientista. É um encontro de dois textos – do texto pronto e do texto a ser criado, que reage; conseqüentemente, é o encontro de dois sujeitos, de dois autores (BAKHTIN, 2010, p. 311).

Em sua plenitude, o enunciado de um texto é mesclado pelos elementos dialógicos, extralinguísticos, conectados a outros enunciados. As relações dialógicas só são possíveis entre os enunciados de diferentes sujeitos do discurso, o próprio autor é múltiplo, a autoria é dialógica, uma trama de palavras conscientizadas de outro, um outro, no outro.

Quando fala sobre o problema do texto na Linguística, na Filologia e em outras ciências, uma experiência de análise filosófica diz que onde não há palavra não há linguagem e não pode haver relações dialógicas, e que as relações dialógicas pressupõem linguagem, no entanto, a linguagem não existe apenas como sistema formal da língua, ela expressa sentidos, a relação com o sentido é sempre dialógica e a compreensão também é dialógica.

A palavra (em geral qualquer signo) é interindividual. Tudo o que é dito, o que é expresso se encontra fora da “alma” do falante, não pertence apenas a ele. A palavra não pode ser entregue apenas ao falante. [...] A palavra é um drama do qual participam três personagens (não é um dueto mais um trio). Ele não é representado pelo autor e é inadmissível que seja introjetado (introjeção) no autor (BAKHTIN, 2010, p. 327-328).

Um enunciado sendo um conjunto de enunciados e de sentidos só tem relação imediata com a realidade e com o falante:

O enunciado pleno já não é uma unidade da língua (nem uma unidade do “fluxo da língua” ou “cadeia de fala”), mas uma unidade da comunicação discursiva, que não tem significado, mas sentido (isto é um sentido pleno, relacionado com o valor – com a verdade, a beleza, etc. – e requer uma compreensão responsiva que inclui em si o juízo de valor). A compreensão responsiva do conjunto discursivo é sempre de índole dialógica (BAKHTIN, 2010, p. 332).

A dinâmica da enunciação, como produto de uma voz na outra do outro, que tem consistência, é sempre “o outro de um outro”: interlocutor, discurso, superdestinatário. Todo diálogo, para Bakhtin, se desenrola como se fosse

presenciado por esse “terceiro outro”, participando de forma invisível, mas, ativamente, dotado de uma compreensão responsiva e acima de todos os participantes do diálogo. O “terceiro outro” não é algo misterioso ou metafísico, na realidade é o sujeito constitutivo do enunciado total, que numa análise mais profunda pode ser nele descoberto.

Os pesquisadores do programa de pesquisa de perfis conceituais em suas pesquisas foram tecendo, na abordagem de perfis conceituais, uma trama com abordagens socioculturais para fundamentar teoricamente o modelo de perfis conceituais como ferramenta teórico-metodológica de análise dos modos de pensar das pessoas.

Neste arcabouço, os seguintes referenciais são combinados numa síntese teórica que mostra possível pelo compartilhamento de uma série de pressupostos, característicos de abordagens sócio-interacionistas ou socioculturais: a abordagem dos perfis conceituais como ferramenta de análise de modos de pensar; a teoria da linguagem do círculo de Bakhtin, como referencial para a análise de modos de falar; a teoria de desenvolvimento das funções mentais de Vigotski como base para a análise da aprendizagem (EL- HANI; MORTIMER, 2010, p. 328).

2.3 A constituição de zonas como modelagem de perfil conceitual

Segundo El-Hani e Mortimer (2010), “os perfis conceituais constituem, precisamente, modelos de diferentes maneiras de ver e representar o mundo que são utilizadas pelas pessoas para significar sua experiência” (p. 327). Essa variedade de significados de um conceito, significando o pensamento conceitual das pessoas em relação a esse conceito, é visível nas zonas que compõem o perfil conceitual das pessoas. Ou seja, as zonas de cada perfil modela a diversidade conceitual das pessoas, mostrando os seus distintos modos de pensar e significar um certo conceito “em decorrência da diversidade de potencialidades de emergência em seu pensamento conceitual, relacionados a significados socialmente construídos que podem ser atribuídos aos conceitos” (p. 331).

A categorização do perfil conceitual em zonas foi pensada por Mortimer e El-Hani (2009) a partir da concepção de Vigotski de que, para se compreender o desenvolvimento cognitivo humano, deve-se pesquisar a função desempenhada pela história da cultura em que o indivíduo está inserido e as atividades de

comunicação simbólica por meio das quais os humanos produzem coletivamente novos significados conceituais.

Para Vigotski, o processo mental humano deve ser analisado em quatro domínios genéticos: o domínio da filogênese, da história sociocultural, da ontogênese e da microgênese de forma inter-relacionada.

Para fortalecer epistemologicamente a compreensão da constituição de zonas de um perfil conceitual em cada domínio genético, foram considerados, pelos pesquisadores do programa de perfis conceituais, os princípios teóricos de pluralidade, complementaridade e heterogeneidade. Esses princípios foram incorporados à abordagem de perfis conceituais para explicar as múltiplas formas de pensar e falar um conceito, concebendo que em qualquer espaço social há uma inevitável pluralidade, complementaridade e heterogeneidade de modos de pensar e falar das pessoas.

Segundo Sepúlveda (2010, p. 42), as ideias de pluralismo e complementaridade de Putnam foram consideradas para a compreensão da diversidade das zonas:

[...] as diferentes formas de pensar o conceito, que constituem o perfil, sejam elas visões científicas ou concepções cotidianas, devem ser compreendidas a partir dos diferentes contextos em que o conceito é pensado e usado. Neste sentido, as ideias presentes em cada zona podem apresentar adequação e poder explanatório em seus contextos de aplicação particulares. Não faz sentido, então, falar em poder explanatório maior de uma zona em relação a outra, em termos absolutos.

O princípio da heterogeneidade do pensamento verbal de Tulviste foi compreendido, conforme Sepúlveda (2010, p. 30), como “heterogeneidade apesar da hierarquia genética [...] de modo que as zonas de um perfil conceitual são entendidas como formas de pensamento que podem ser hierarquizadas apenas em termos genéticos”.

Outra compreensão de heterogeneidade na abordagem de perfis conceituais é o princípio da heterogeneidade dos recursos mediadores proposto por Wertsch como expansão da analogia de Vigotski entre ferramentas/instrumentos e a mediação semiótica.

A abordagem dos perfis conceituais busca modelar a heterogeneidade de formas de pensar um conceito que coexistem em um indivíduo, comunidade ou cultura, tendo em vista os significados a elas associados e os seus contextos de aplicação (SEPÚLVEDA, 2010, p. 45).

El-Hani e Mortimer (2010) confirmam os perfis conceituais como “uma ferramenta poderosa para analisar o discurso como um fenômeno cognitivo” (p. 331), os perfis como “ferramenta poderosa” para entender as diferentes formas do pensamento conceitual, deflagradas nos diferentes modos do pensar e do falar conceitual das pessoas, em interações discursivas. Entendem que essa diversidade conceitual das pessoas é concebida dialogicamente na cultura do contexto sociocultural que elas vivenciam. As zonas do perfil conceitual expõem essa natureza cultural e supraindividual das conceitualizações das pessoas.

Cada zona do perfil de um conceito pode ser tanto epistemológica quanto ontologicamente diferente de outras, já que essas duas características podem mudar à medida que nos movemos ao longo do perfil. Essa distinção entre aspectos ontológicos e epistemológicos é muito importante, dado que encontramos na aprendizagem de conceitos científicos tantos problemas que são relacionados com a dificuldade de mudança das categorias ontológicas (COUTINHO; MORTIMER; EL-HANI, 2007, p. 116).

A análise das zonas mapeadas no perfil conceitual de um determinado conceito nos diz as diferentes formas de pensar-falar esse conceito, nos possibilita entender a diversidade do pensamento conceitual das pessoas, as suas diferentes maneiras de pensar-falar um mesmo conceito.

É importante enfatizar que identificar zonas na construção de um perfil conceitual não se limita a categorizar o discurso escrito ou oral, embora tipicamente envolva esse procedimento. A necessidade de ir além da categorização se torna clara, contudo, quando se considera que as zonas de um perfil são individuais por meio de compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos que estrutura diferentes modos de pensar e falar sobre um conceito (EL- HANI; MORTIMER, 2010, p. 333).

Portanto, essa abordagem constitui uma ferramenta poderosa de análise para refletir a diversidade do discurso das pessoas como fenômeno sociocultural.

3 A FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM VIGOTSKI: PSEUDOSCONCEITOS – CONCEITOS “À SOMBRA DE CONCEITOS”

Para constituir um perfil conceitual de gravidade com conceitualizações de gravidade de crianças de quatro e cinco anos de idade escolhi o estudo experimental do desenvolvimento dos conceitos – formação de conceito – de Vigotski (2001) para fundamentar teoricamente como crianças de quatro e cinco anos de idade conceituam.

Vygotsky (2001) diz que o processo de conceituação na criança se dá nas complexas conexões interativas, no movimento inter e intrassubjetivo, no intercâmbio e no confronto de ideias: desenvolvimento dos processos de formação de conceitos na criança começa precocemente na infância, mas é somente na adolescência que eles amadurecem. Neste terceiro capítulo, exponho, em especial, o pseudoconceito, uma forma particular dos conceitos por complexos.

3.1 Desenvolvimento dos conceitos: o estudo experimental de Vygotsky

Utilizando o método funcional de dupla estimulação, desenvolvido pelo seu colaborador Sákharov, Vigotski realizou um estudo experimental de desenvolvimento de conceitos estudando mais de 300 sujeitos em diferentes idades (crianças, adolescentes e adultos). A sua questão era descobrir o papel da palavra, o modo, seu emprego funcional no processo de formação de conceitos. Estudar o desenvolvimento e a atividade das funções psicológicas superiores com o auxílio de duas séries de estímulos: função do objeto da atividade do sujeito experimental e função dos signos através dos quais essas atividades se organizam.

No esquema metodológico, o problema era proposto desde o primeiro momento da experiência, concomitante à observação de como o sujeito experimental aplica os signos como meio de orientação das suas operações intelectuais e como, dependendo do meio e do emprego da palavra e da sua aplicação funcional, transcorre o processo de formação de conceitos. Como

procedimento metodológico ofereceu objetos de diferentes formas, de diferentes espessuras, diferentes tamanhos⁷.

Junto a esse material forneceu palavras inventadas e susceptíveis de designar cada categoria. Para ele essa metodologia de “dupla estimulação” permitia aos sujeitos navegar dos objetos para os sinais/palavras e dos sinais/palavras para os objetos. Conceitos-em-ação visto como processo vivo do pensar de solução de problemas: elaboração do conceito; transferência do conceito elaborado para novos objetos; emprego do conceito no processo de livre associação e aplicação do conceito na formação de juízos e definição de conceitos reelaborados.

Nesse estudo experimental de desenvolvimento dos conceitos, Vigotski (2001) observou que os sujeitos passam por três grandes estágios: 1º estágio: conceitos sincréticos característicos do pensamento sincrético; 2º estágio: conceitos complexos característicos do pensamento por complexo; 3º estágio: conceitos generalizantes característicos do pensamento abstrato.

Concluiu que o conceito surge e se configura no curso de uma operação complexa voltada para a solução de algum problema, e que só a presença de condições externas e o estabelecimento mecânico da ligação da palavra *versus* objeto não são suficientes para a concepção de um conceito, diz Vigotski (2001). A questão central, fundamental para a explicação do processo de formação de conceitos, são os meios através dos quais se realiza essa ou aquela operação psicológica; todas as funções psíquicas superiores têm como traço comum o fato de serem processos mediados. Assim no processo de formação dos conceitos a palavra tem o papel de meio de formação de um conceito e, posteriormente torna-se seu símbolo (palavra como mediação e constituição do conceito).

Com a palavra a palavra...

No seu estudo experimental de desenvolvimento do conceito Vygotsky (2001) nos apresenta a travessia do pensamento sincrético ao pensamento por complexo, deste ao pensamento generalizante e, como a palavra, como constitutiva do conceito,

⁷ Como procedimento metodológico, era mostrado aos sujeitos da pesquisa objetos de diferentes formas, espessuras e tamanhos. Segundo Vergnaud (2004), Dienes baseou-se nesse material para criar os Blocos Lógicos.

surge à estrutura significativa original que podemos denominar de conceito na verdadeira acepção desta palavra. Os experimentos mostram como das imagens e vínculo sincréticos, do pensamento por complexo, dos conceitos potenciais e, com base no uso da palavra, como meio de formação de conceito, surge a estrutura significativa original que podemos denominar de conceito na verdadeira acepção desta palavra.

A tese básica de Vigotski (2001) é que a formação de conceito é um meio específico e original de pensamento humano, e o fator imediato que determina o desenvolvimento desse novo modo de pensar não é redutível às associações, à atenção, à representação, ao julgamento e às tendências determinantes. Para ele, o emprego funcional da palavra é fundamental: “o conceito é impossível sem as palavras, o pensamento conceitual é impossível sem o pensamento verbal” (p.170).

Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, a palavra é o meio de comunicação e compreensão mútua entre a criança e o adulto. Ela não cria a sua linguagem, mas aprende a linguagem dos adultos que a rodeiam. Essa comunicação só é possível porque os complexos infantis efetivamente coincidem com os conceitos dos adultos, encontram-se com eles. O elemento central é a utilização funcional da palavra como meio de dirigir ativamente a atenção, de diferenciar e de separar traços característicos, de abstraí-los e de fazer disso uma síntese, é uma parte fundamental e indispensável do processo de formação de conceitos.

Vygotsky (1991a; 2008) em *A formação social da mente*, diz que diferente dos animais, os humanos criam instrumentos e sistemas de signos. Diz ainda, que somos seres de mediação simbólica: para conhecer as pessoas não têm acesso direto aos objetos, mas um acesso mediado pelos signos, em especial pela linguagem. Com essa ideia de mediação semiótica Vygotsky explica a relação pensamento e linguagem e a interação sujeito e objeto, na busca do conhecimento. Portanto, para Vygotsky, a linguagem, a palavra constitui a condição mais importante do desenvolvimento das estruturas psicológicas.

No processo de formação dos conceitos, a palavra tem o papel de meio e fim, a palavra como mediação e constituição do conceito. Só o estudo do emprego funcional da palavra, de seu desenvolvimento, de suas múltiplas formas de

aplicação qualitativamente diversas em cada fase etária, geneticamente inter-relacionadas, pode ser a “chave” para o estudo da constituição de conceitos.



3.2 Os pseudoconceitos

Visto que o objetivo central deste estudo é constituir um perfil conceitual de gravidade com concepções de gravidade de crianças de quatro e cinco anos de idade (idade pré-escolar), destaco no estudo de formação de conceitos de Vigotski (2001) o estágio dos conceitos complexos, em especial os pseudoconceitos. Vigotski (2001) afirma que as crianças em idade pré-escolar conceituam o mundo com pseudoconceitos⁸:

[...] no pensamento efetivamente vital da criança, os pseudoconceitos constituem a forma mais disseminada, predominante sobre todas as demais, e frequentemente quase exclusiva, de pensamento por complexos na idade pré-escolar (p. 191).

Os pseudoconceitos para Vigotski, são gerados no pensamento por complexo, quando a criança suplanta as imagens sincréticas, idiossincráticas e subjetivas do pensamento sincrético do estágio anterior. O pensamento por complexos possibilita

⁸ Também se constata pseudoconceitos, com frequência, no pensamento dos adultos.

a criança começar a associar objetos similares em um grupo comum, classificando-os segundo os atributos, vínculos e objetivos que estabelece com os objetos, um progresso conclusivo e muito significativo para a formação de conceitos.

No estágio dos conceitos complexos (pensamento por complexos), a criança já superou até certo ponto o seu egocentrismo e conquista o pensamento objetivo. Suas experiências conduzem à sistematização de conexões, ao estabelecimento de relações concretas, ao ordenamento, à classificação e à generalização de objetos particulares de modo concreto.

No pensamento por complexo, o papel da palavra já se manifesta nitidamente. A diferença entre o complexo e o conceito reside, antes de tudo, em que uma generalização é o resultado de um emprego funcional da palavra, enquanto outra surge como resultado de uma aplicação inteiramente diversa dessa mesma palavra. A palavra é um signo. Esse signo pode ser usado e aplicado de diferentes maneiras. Pode servir como meio para diferentes operações intelectuais, e são precisamente essas operações, realizadas por intermédio da palavra, que levam à distinção fundamental entre complexo e conceito.

O sistema de complexos possibilita a generalização ou a unificação de objetos heterogêneos concretos como conceito. No entanto, os complexos são construídos baseados em leis de pensamentos diferentes das leis dos conceitos.

O conceito se baseia em vínculos do mesmo tipo, logicamente idênticos entre si, o complexo se baseia nos vínculos factuais mais diversos, frequentemente sem nada em comum entre si. No conceito os objetos são generalizados por um traço, no complexo pelos fundamentos factuais pelos mais diversos (VIGOTSKI, 2001, p. 181).

Portanto, a característica dos conceitos por complexos, gerados pelo pensamento por complexo, é o seu vínculo concreto e factual que se revela ao sujeito na experiência concreta de forma concreta, isto é, os conceitos-complexos são concretos e configurados e não abstratos. Por exemplo, o complexo-coleção é configurado por generalizações baseadas na semelhança funcional de objetos particulares.

Por isso, devemos examinar mais detidamente esse momento crucial no desenvolvimento de conceitos na criança, essa passagem que separa o pensamento por complexos do pensamento por conceitos e, ao mesmo

tempo, relaciona esses dois estágios genéticos da formação dos conceitos (VIGOTSKI, 2001, p. 191).

A síntese geral-particular, complexo-elemento, segundo Vigotski (2001), estabelece o traço mais substancial do pensamento por complexos. Ele mostra o exemplo da criança que escolhe um triângulo amarelo e, em seguida, junta todos os outros triângulos amarelos do material experimental, formando uma coleção, classificando por associação simples, com base nos atributos concretos e não com base no pensamento abstrato.

O pseudoconceito, última fase do estágio dos conceitos complexos do pensamento por complexo, é uma fase peculiar e especial⁹. Como fronteira do conceito generalizante, o pseudoconceito revela a complexidade do pensamento da criança ao conceituar “à sombra” do conceito abstrato. De forma poética, Vigotski (2001, p.195) afirma: “Estamos diante de uma ‘sombra do conceito’, do seu contorno” e explica que o pseudoconceito, como conceito complexo, “lança luz” aos conceitos generalizantes do pensamento abstrato:

[...] lança luz tanto retrospectiva quanto prospectiva, uma vez que, por um lado, nos ilumina todos os estágios de pensamento por complexo percorridos pela criança e, por outro, serve como ponte transitória para um estágio novo e superior: a formação de conceitos (VIGOTSKI, 2001, p. 190).

Para ele, os pseudoconceitos têm importância funcional e genética crucial para a formação dos conceitos generalizantes (abstratos) como forma mais evoluída de pensamento por complexos. Diz Vigotski (2001, p. 190): “Em termos externos, temos diante de nós um conceito, em termos internos, um complexo. Por isso o denominamos pseudoconceito”. O pseudoconceito como um conceito-não-conceito nos dá ilusão de conceito generalizante:

Diante de nós revela-se em forma de pseudoconceito o complexo que, em termos funcionais, é tão equivalente ao conceito que no processo de comunicação verbal com a criança e de compreensão mútua o adulto não observa as diferenças entre esse complexo e o conceito (VIGOTSKI, 2001, p. 171).

⁹ As crianças em idade pré-escolar conceituam de forma peculiar: em pseudoconceito defendido por Vigotski e como pré-conceito (conceito intuitivo) defendido por Piaget. Tanto o pseudoconceito como os pré-conceitos são conceitos intermediários, transitórios, na emergência do conceito generalizante/operatório. Pseudoconceito ou conceito intuitivo, não importa o olhar, importa enxergar que as crianças estão num estágio de evolução do conceito que é fundamental, como frisam esses estudiosos.

Vigotski (2001) recomenda uma atenção especial para a paridade ilusória entre o pensamento por complexo do pseudoconceito e o pensamento por conceitos do conceito. Assim, necessitamos investigar sobre a equivalência funcional entre o pseudoconceito e o conceito para encontrar a fronteira que os separa.

Os conceitos e o desenho mental dos conceitos são funcionalmente equivalentes e graças a isto surge um fato de suma importância, que determina a maior importância funcional do pseudoconceito: uma criança, que pensa por complexos, e o adulto, que pensa por conceitos, estabelecem uma compreensão mútua e uma comunicação verbal, uma vez que o seu pensamento se encontra de fato nos complexos-conceitos que coincidem (VIGOTSKI, 2001, p. 197).

A criança usa palavras abstratas com sentido concreto, mas sem pensamento abstrato, concebendo a mesma coisa de modo diferente, por outro meio e com o auxílio de outras operações intelectuais. Nos entrecruzamentos recíprocos do pseudoconceito com o conceito, as palavras utilizadas pelas crianças coincidem com as palavras utilizadas pelos adultos por sua referência concreta, mas divergem pelo sentido.

[...] ao coincidir com o conceito por sua forma aparente, no resultado a ser atingido pelo pensamento, no seu produto final, de maneira nenhuma a criança coincide com o adulto no modo de pensar, no tipo de operações intelectuais por meio das quais ele chega ao pseudoconceito. É precisamente graças a isso que surge uma enorme importância funcional do pseudoconceito como forma especificamente dual e interiormente contraditória de pensamento infantil. Não fosse o pseudoconceito forma dominante do pensamento infantil, os complexos infantis – como ocorre na prática experimental em que a criança não está presa ao um significado estabelecido pela palavra – iriam divorciar-se dos conceitos do adulto em sentidos inteiramente diferentes (VIGOTSKI, 2001, p.196).

Esse paradoxo da precocidade da compreensão verbal entre adulto e criança e o advento tardio do conceito generalizante (abstrato) resolvem-se no pseudoconceito, que é uma ponte lançada entre o pensamento concreto e metafórico da criança e o pensamento abstrato do adulto.

Estamos diante de uma imagem que de maneira nenhuma pode ser tomada como simples signo de conceito. É antes um quadro, um desenho mental do conceito, uma pequena narração sobre ele. Por outro lado, estamos diante de um complexo, ou seja, de uma generalização construída com base em leis inteiramente diferentes daquelas por que se constituiu o verdadeiro conceito (VIGOTSKI, 2001, p. 195).

O conceito generalizante só surge quando uma série de atributos abstraídos pela criança torna a sintetizar-se e quando a síntese abstrata assim obtida torna-se forma basilar de pensamento com o qual a criança percebe e toma conhecimento da realidade que a cerca. Só o domínio do processo da abstração, acompanhado do desenvolvimento do pensamento por complexos, pode levar a criança a formar conceitos abstratos. Ou seja, o pseudoconceito, considerado como fase peculiar no desenvolvimento do pensamento por complexos, é a ponte para o conceito generalizante, um elo entre o pensamento concreto (metafórico) e o pensamento abstrato.

3.3 Desvelar pseudoconceitos: desafio do pesquisador

O pseudoconceito, como a forma concreta mais difundida de pensamento por complexos na criança em idade pré-escolar, apresenta desafios para o seu estudo científico: é tão equivalente ao conceito generalizante que, no processo de comunicação verbal com a criança e de compreensão mútua, o pesquisador pode não observar nuances entre esse complexo e o conceito.

As crianças em idade pré-escolar não atingem o conceito generalizante do pensamento abstrato, mas, “à sombra” do conceito abstrato, conceituam complexamente, em pseudoconceitos. Isso não significa que as crianças compreendem de forma menos inteligente, menos complexa ou de modo incorreto o objeto ou o mundo a sua frente, mas simplesmente porque tem um modo peculiar de conceituar em pseudoconceito, como conceito intermediário, transitório, efêmero na emergência do conceito generalizante.

O conceito generalizante e o desenho mental do pseudoconceito são funcionalmente equivalentes e, graças a isso, surge um fato de suma importância que determina a funcionalidade do pseudoconceito: a criança, que pensa por complexos, e o pesquisador adulto, que pensa por conceitos generalizantes, estabelecem uma compreensão mútua e uma comunicação verbal, uma vez que o seu pensamento encontra-se de fato nos complexos-conceitos que coincidem.

Diante do pesquisador, que pesquisa o pensamento infantil, coloca-se a tarefa de revelar o desenvolvimento dessas formas de pensamento das crianças,

que devem ser consideradas não como seus equivalentes funcionais. Essa contradição entre o desenvolvimento tardio do conceito e o desenvolvimento precoce da compreensão verbal resolve-se de fato no pseudoconceito como forma de pensamento complexo, que torna possível a compreensão entre a criança e o adulto.

Vigotski esclarece ainda que a diferença entre o conceito complexo e o conceito generalizante reside, antes de tudo, em que uma generalização é o resultado de um emprego funcional da palavra, enquanto outra surge como resultado de uma aplicação inteiramente diversa dessa mesma palavra. A palavra é um signo e pode ser usado e aplicado de diferentes maneiras. Pode servir como meio para diferentes operações intelectuais, e são precisamente essas operações, realizadas por intermédio da palavra, que levam à distinção fundamental entre complexo e conceito.

O conceito “em si” e “para os outros” se desenvolve na criança antes que se desenvolva o conceito “para si”. O conceito “em si” e “para os outros” já contido no pseudoconceito é a premissa genética básica para o desenvolvimento do conceito no verdadeiro sentido desta palavra (VIGOTSKI, 2001, p. 198-199).

4 DESENHOS METODOLÓGICOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM PERFIL CONCEITUAL DO CONCEITO DE GRAVIDADE

“A procura de um método torna-se um dos problemas mais importantes de todo empreendimento para a compreensão das formas caracteristicamente humanas de atividades psicológicas. Nesse caso, o método é, ao mesmo tempo, pré-requisito e produto, o instrumento e o resultado do estudo.”

Vigotski

Os desenhos metodológicos para a construção do perfil conceitual do conceito de gravidade, propósito deste estudo, seguiram os passos teórico-metodológicos da abordagem de perfis conceituais. Em especial, algumas pesquisas de perfis conceituais foram consideradas: “Proposta metodológica para análise da dinâmica discursiva em sala de aula” (AMARAL; MORTIMER, 2006), “Construção de um perfil para o conceito biológico de vida” (COUTINHO; MORTIMER; EL-HANI, 2007), “Construção de um perfil para o conceito de adaptação evolutiva” (SEPÚLVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2007) e “Perfil conceitual de adaptação: uma ferramenta para a análise de discurso de salas de aula de Biologia em contextos de ensino de evolução” (SEPÚLVEDA, 2010).

4.1 Desenhos metodológicos deste estudo

Wertsch e Smolka (1994) chamam a atenção para o método genético de Vigotski que vai além da ontogênese do conceito.

O método genético de Vygotsky não enfoca exclusivamente a ontogênese. Em vez disso, ele via nossa compreensão dos processos de desenvolvimento nesse “domínio genético” como parte de um quadro mais abrangente, que deve incluir os outros domínios genéticos: a filogênese, a história sociocultural e a microgênese (WERTSCH; SMOLKA, *in*: DANIELS, 1994, p. 122-123).

Mortimer, Scott e El-Hani (2009) chamam a atenção para o caráter da metodologia utilizada na construção de perfis, para que “as investigações realizadas sejam de fato consideradas parte do programa de pesquisa a respeito de tais modelos”, destacando pontos fundamentais para a construção de um perfil conceitual.

Primeiro, é importante destacar que, para construir um perfil conceitual, é estritamente necessário considerar uma grande diversidade de significados atribuídos a um conceito e uma variedade de contextos de produção de significados, incluindo pelo menos três dos quatro domínios genéticos considerados por Vigotski em seus estudos sobre as relações entre pensamento, linguagem e formação de conceitos, a saber, os domínios sociocultural, ontogenético e microgenético. O que se busca nos dados relativos à produção de significados nestes domínios genéticos são compromissos ontológicos e epistemológicos que estabilizam modos de pensar e falar sobre os conceitos e, assim, torna possível individuar zonas para a construção de um perfil. (p. 5).

Ressalta ainda que várias fontes de estudos devem ser incorporadas para o desenho dos compromissos ontológicos e epistemológicos de um conceito.

Para buscar estes compromissos, devem ser considerados dados de uma variedade de fontes, de uma maneira dialógica, e não sequencial, de maneira a colocar todos os conjuntos de dados ao mesmo tempo em interação uns com os outros (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009, p. 5).

Este estudo compôs três domínios genéticos: o sociocultural, o ontogenético e o microgenético, seguindo as indicações metodológicas da abordagem de perfis conceituais. Para Vigotski e Luria (1930), *apud* Wertsch (1988), o comportamento dos seres humanos, imersos em uma cultura, é produto dessas linhas genéticas, e acreditam que o pensamento humano só pode ser entendido e explicado cientificamente com a ajuda e o entrelaçamento dessas fronteiras genéticas.

Para a composição do domínio sociocultural, foi realizado um estudo sobre a história do conceito de gravidade na história da Física; para a composição do domínio ontogenético, foi realizado um levantamento de pesquisas que investigaram concepções de gravidade de estudantes; e para a composição do domínio microgenético, foi realizado um estudo de caso de natureza exploratória, com crianças de quatro e cinco anos, para entender o que as crianças pensam sobre gravidade.

Para a composição desses domínios, construção da matriz epistemológica e constituição das zonas, três desenhos metodológicos foram organizados e concretizados com objetivos distintos, mas com a mesma finalidade: a proposição de um perfil conceitual do conceito de gravidade com concepções de gravidade de crianças de quatro e cinco anos de idade.

Desenho metodológico I – revisão bibliográfica e compilação de pesquisas para a composição dos domínios sociocultural e ontogenético. No caso do domínio sociocultural, foi realizada uma revisão bibliográfica para apreensão da história do conceito de gravidade da Antiguidade ao Renascimento: da visão de movimento do cosmo de Aristóteles ao conceito clássico de Newton. As fontes da pesquisa foram a História e a Filosofia da Ciência, em especial a História da Física. Quanto ao domínio ontogenético, foi realizada uma revisão bibliográfica com compilação de pesquisas sobre concepções de gravidade de estudantes.

Desenho metodológico II – estudo de caso de natureza exploratória. Aqui, a realização do estudo de caso teve como objetivo apreender e analisar concepções de crianças de quatro e cinco anos de idade a respeito do conceito de gravidade, para a constituição das zonas do domínio microgenético da matriz epistemológica do conceito de gravidade e uma proposição de perfil conceitual do conceito de gravidade, objeto principal deste estudo.

Desenho metodológico III – desenho da matriz epistemológica do perfil conceitual de gravidade com a composição de zonas dos domínios sociocultural, ontogenético e microgenético. A dialogia e o entrecruzamento das diferentes visões de gravidade expostas dos domínios sociocultural, ontogenético e microgenético deste estudo possibilitaram a constituição de zonas do perfil conceitual em uma proposta de matriz epistemológica do conceito de gravidade.

Quero ressaltar que o desenho metodológico I será descrito em maiores detalhes na composição dos domínios sociocultural e ontogenético e o desenho metodológico III será modelado na composição do domínio microgenético (ambos no capítulo 5). Mas o estudo de caso do desenho metodológico II, que irá compor o domínio microgenético, singularidade deste estudo, será descrito a seguir. Ressalvo ainda que a análise dialógica da composição de cada um desses domínios genéticos constituiu as zonas do perfil conceitual de gravidade deste estudo.

Cada perfil conceitual modela a diversidade de modos de pensar ou de significação de um dado conceito e é constituído por várias “zonas”. Cada zona representa um modo particular de pensar ou atribuir significado a um conceito. Cada modo de pensar pode ser relacionado a um modo particular de falar (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009, p. 5).

4.2 Estudo de caso como análise microgenética: singularidade desse estudo

Tessitura microgenética

Neste item descrevo o estudo de caso de natureza exploratória com a tessitura da análise microgenética. Góes (2000) esclarece a ideia de análise microgenética de Vigotski, como abordagem metodológica de “interpretação histórico-cultural e semiótica dos processos humanos”, e mostra que a abordagem microgenética pode-se dar por meio de um estudo de caso:

De um modo geral, trata-se de uma forma de construção de dados que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos, sendo o exame orientado para o funcionamento dos sujeitos focais, as relações intersubjetivas e as condições sociais da situação, resultando num relato minucioso dos acontecimentos. Frequentemente, dadas às demandas de registro implicadas, essa análise é associada ao uso de videogravação, envolvendo o domínio de estratégias para a filmagem e a trabalhosa atividade de transcrição. A análise microgenética pode ser o caminho exclusivo de uma investigação ou articular-se a outros procedimentos, para compor, por exemplo, um estudo de caso ou uma pesquisa participante (GÓES, 2000, p. 9-10).

Fundamentada na leitura de Wertsch (1988) – *Vygotsky e la formación social de la mente* –, GÓES (2000, p.14) define a análise microgenética da seguinte forma:

Como aquela que envolve o acompanhamento minucioso da formação de um processo, detalhando as ações dos sujeitos e as relações interpessoais, dentro de um curto espaço de tempo. Essa duração corresponde a uma ou poucas sessões, em delineamentos planejados ou a curtos segmentos interativos, em situações naturais. É uma espécie de “estudo longitudinal de curto prazo”.

Os pesquisadores do programa de perfis conceituais usando essa tessitura microgenética para a composição do domínio microgenético sugerem microcontextos de produção de significados e sentidos conceituais, refletidos na indissociabilidade dos aspectos epistemológico e ontológico do conceito. Amaral e Mortimer (2006), Mortimer, Scott e El-Hani (2009) e Sepúlveda (2010) têm delineado o domínio microgenético recorrendo à análise do discurso e experimentação de sequências didáticas com estudantes em sala de aula e à coleta de dados empíricos

(qualitativos e/ou quantitativos), por meio de questionários, entrevistas estruturadas e semiestruturadas.

Acho importante pontuar ainda algumas das considerações descritas por Góes (2000, p. 21) a respeito da abordagem microgenética:

A caracterização mais interessante da análise microgenética está numa forma de conhecer que é orientada para minúcias, detalhes e ocorrências residuais, como indícios, pistas, signos de aspectos relevantes de um processo em curso [...] que é centrada na intersubjetividade e no funcionamento enunciativo-discursivo dos sujeitos.

Explica ainda que a análise microgenética não é micro no sentido do tempo ser breve:

Não há critérios postos quanto a recortes temporais para a configuração de uma análise microgenética. Em resumo, essa análise não é micro porque se refere à curta duração dos eventos, mas sim por ser orientada para minúcias indiciais – daí resulta a necessidade de recortes num tempo que tende a ser restrito. É genética no sentido de ser histórica, por focalizar o movimento durante processos e relacionar condições passadas e presentes, tentando explorar aquilo que, no presente, está impregnado de projeção futura. É genética, como sociogenética, por buscar relacionar os eventos singulares com outros planos da cultura, das práticas sociais, dos discursos circulantes, das esferas institucionais (GÓES, 2000, p. 15).

Considerando as definições sobre a “análise microgenética” descrita por Góes (2000), foi realizado um estudo de caso de natureza exploratória como ferramenta metodológica da pesquisa qualitativa para desvendar a diversidade do pensamento conceitual de crianças de quatro e cinco anos sobre o conceito de gravidade e compor o domínio microgenético. Nas palavras de Stake (1999, p. 11):

Estudo de caso é um estudo da particularidade e da complexidade de um caso singular, para chegar a compreender sua atividade em circunstâncias importantes [...] de um estudo de caso se espera que abarque a complexidade de um caso particular.

Pensando o estudo de caso como pesquisa qualitativa, reflito as ponderações de Esteban (2010) quando diz que o traço característico dos estudos qualitativos é o seu estilo interpretativo, mostrando a reflexibilidade da complexidade dos elementos linguísticos, sociais, culturais, políticos e teóricos que influem na pesquisa de forma complexa: “A pesquisa qualitativa abrange estudos que

desenvolvem os objetos de compreensão dos fenômenos socioeducativos e a transformação da realidade” (p.130). Diz ainda que o desenho da pesquisa qualitativa “exige que o pesquisador se posicione e adote uma série de decisões, não só durante a elaboração do projeto de pesquisa e no início do processo de investigação, mas também durante a finalização do estudo” (p. 141).

Segundo Demo (2008, p. 151-152) os desafios da pesquisa qualitativa diante da realidade complexa e emergente significa:

Buscar modos de captação que sejam congruentes com as marcas da qualidade, como, por exemplo, sua dinâmica mais flexível, subjetiva, intensa, ideologia, profunda, provisória [...] A pesquisa qualitativa quer fazer jus à complexidade da realidade, curvando-se diante dela, não o contrário.

Como já foi descrito no Capítulo 2, a abordagem sociocultural adotada pelo grupo de pesquisa Programa de perfis conceituais em perfis conceituais abraçou a visão de Wertsch (1988) da ação humana como a unidade de análise para a pesquisa sociocultural unindo as ideias de “ação mediada” de Vigotski e do enunciado como forma de ação dialógica de Bakhtin.

O olhar de Wertsch (1988, 1998) sobre a visão sociocultural de Vigotski e a ideia de “gênero do discurso” de Bakhtin conduziram as análises das formas de pensar e os modos de falar das crianças no decorrer do estudo de caso, entendendo os modos de conceitualização das crianças para além do individual e considerando as suas linguagens socioculturais e dialógicas como recursos mediacionais constitutivos da construção de conceitos.

No transcorrer do estudo de caso com as crianças, dialogicamente e polifonicamente escutava os ecos dos teóricos que fundamentam a abordagem de perfis conceituais: Bakhtin (1995, 2010) regendo na análise de modos de falar das crianças; Vigotski (2001, 2004a, 2004b, 2007, 2008) mediando a decifração do pensamento das crianças; Wertsch (1998) me fazendo refletir e ponderar a ação-humana-criança como a unidade de análise da pesquisa, a ação-humana-criança como objeto a ser descrito e interpretado.

Tessitura da pesquisa com crianças

Ao adotar a ação-humana-criança como a unidade de análise desta pesquisa, significou enxergá-la, criança-objeto-descrito-interpretado, de modo bem especial, significou ouvir a criança respeitosamente, significou compreender a relação pesquisador-criança de modo singular-afetivo, significou entender a criança como constituidora de cultura, significou afetos, significou “buscar formas de ouvir as crianças, explorando as suas múltiplas linguagens [...] e a crença de que elas têm o que dizer e o desejo de conhecer o ponto de vista delas” (Cruz, 2008, p.13), significou pesquisar “com a criança”, significou “compreensão do lugar social que a criança assume na interação com o adulto no contexto de pesquisa”, como pensam Souza e Castro (2008, p. 53).

Na medida em que a criança não é vista apenas como um objeto a ser conhecido, mas como sujeito com um saber que deve ser reconhecido e legitimado, a relação que se estabelece com ela, no contexto da pesquisa, começa a ser orientada e organizada a partir dessa visão. [...] o objetivo passa a ser pesquisar com a criança as experiências sociais e culturais que ela compartilha com da experiência humana (SOUZA; CASTRO, *in* CRUZ, 2008, p. 53).

Cruz (2010 apud SOUZA, p. 15) lembra que:

Uma das formas de diminuir os possíveis constrangimentos decorrentes das desigualdades entre pesquisador e crianças é a realização de atividades em grupos. [...] Dependendo dos objetivos da investigação, também é oportuno recorrer a variadas estratégias que favorecem as crianças a se expressarem de maneiras diferentes.

Confirma também o aumento da produção científica, pesquisando com crianças, ouvindo e entendendo as crianças “como sujeitos, não para avaliá-las ou definir alguma de suas peculiaridades, mas para conhecer o que elas pensam e sentem sobre temas que lhes dizem respeito” (Cruz 2010, apud SOUZA, p. 12).

Em todo o percurso das situações investigativas deste estudo de caso, dialoguei como pesquisadora com os enunciados polifônicos dos teóricos que embasam a pesquisa sociocultural e dialógica dos perfis conceituais, em especial, escutava o dueto polifônico de Bakthin (1995, 2010) e Vigotski (2001, 2004a, 2004b, 2007, 2008).

4.3 Passo a passo do estudo de caso

Levando em conta que o ser humano aprende e se desenvolve nas interações que estabelecem com o *outro* foi considerado importante que as crianças que participariam da presente pesquisa fizessem parte de contextos socioculturais familiares heterogêneos. Assim, inicialmente, foi prevista a composição de um grupo numa escola pública municipal que atendesse a população mais pobre da cidade enquanto outro grupo fosse constituído numa escola voltada para crianças de famílias de classe alta. No entanto, esse plano precisou ser abandonado e, como forma de manter a possibilidade de ouvir crianças de diferentes contextos socioculturais familiares, a opção foi realizar a pesquisa de campo numa instituição de educação infantil em que há uma grande diversidade sociocultural entre as famílias, pois atende tanto filhos de funcionários técnico-administrativos como de estudantes de cursos de graduação e de pós-graduação (mestrado e doutorado) e de professores de uma universidade pública localizada na cidade de Fortaleza, no Ceará.

Vale destacar que, apesar da referida heterogeneidade, as crianças possuem a mesma experiência escolar, vivenciam as mesmas oportunidades de aprendizagens oferecidas nesse contexto. Portanto, é possível esperar que o conceito de gravidade que estas crianças estão construindo possuam algumas características em comum e especificidades que retratam a heterogeneidade cultural que elas vivenciam.

Na escolha do grupo de crianças para a pesquisa, como campo de investigação, foi levado em consideração a heterogeneidade dos contextos socioculturais familiares em que as crianças estão inseridas, uma escola de educação infantil pública federal. Essa escola é uma unidade de educação infantil de uma instituição de ensino superior pública e está localizada em um dos campi da referida universidade, em Fortaleza-Ceará.

Nessa escola há uma diversidade sociocultural de famílias. As crianças são filhos/filhas de famílias que apresentam uma multiplicidade socioeconômica e cultural. O pai e/ou a mãe dessas crianças são professores, alunos e funcionários técnicos administrativos dessa universidade.

Uma visão sociointeracionista sobre os conceitos implica também a possibilidade de diferentes maneiras de conceitualizar nossa experiência, com base na variedade de contextos em que ela tem lugar. Esta é uma ideia básica da abordagem dos perfis conceituais (MORTIMER; SCOTT; EL-HANI, 2009, p. 4).

A opção de pesquisar crianças inseridas em instituições de educação infantil se deu pela facilidade de encontrar crianças em um contexto organizado de modo formal, o que facilitava concretizar a pesquisa. Outras ponderações também foram feitas para sua realização da pesquisa: a permissão da instituição e das famílias das crianças, a aceitação das professoras e das crianças, além da disponibilidade de sala adequada para gravação em vídeo.

Em reunião mensal de planejamento da Escola F, com a presença da coordenadora e professoras, apresentei o projeto da pesquisa e solicitei verbalmente a permissão para sua realização com crianças de duas turmas. Em votação por unanimidade, foi confirmado o aceite da pesquisa. Em especial, foram considerados o consentimento e a satisfação das professoras do Infantil V, responsáveis pelas crianças pesquisadas.

Antes de iniciar a pesquisa propriamente dita, visitei as turmas, onde, em roda de conversa, em cada turma separadamente, expliquei a ideia da pesquisa para as crianças e as convidei para participarem junto comigo. Todas as crianças, das duas turmas, se empolgaram e aceitaram.

De início, para validar as situações investigativas, foi realizada uma pesquisa piloto com quatro crianças de cada turma escolhida (dois meninos e duas meninas). Essa iniciativa nos levou a alguns ajustes na proposta da pesquisa.

Para a escolha das oito crianças que constituíram o grupo de pesquisa, foi realizado um sorteio, em que foram sorteadas quatro crianças em cada turma (dois meninos e duas meninas)¹⁰, presentes naquele dia (turma A e turma B). Apenas uma criança sorteada na turma B não quis participar e a sua recusa foi respeitosamente aceita, sendo sorteada outra criança.

¹⁰ As oito crianças (quatro em cada turma) que participaram da pesquisa piloto não foram incluídas nesse sorteio.

Para resguardar a identidade das crianças participantes da pesquisa, cada uma recebeu um nome fictício¹¹. Denominei de Grupo A as quatro crianças do Infantil V, turma A: **LUA** – cinco anos e cinco meses; **GEO** – cinco anos e três meses; **LUC** – quatro anos e onze meses; **FEL** – cinco anos e cinco meses. O Grupo B são as crianças do Infantil V, turma B: **LEB** – cinco anos e nove meses; **SOF** – cinco anos e cinco meses; **OIV** – cinco anos e cinco meses; **NAY** – cinco anos e oito meses.

A pesquisa foi realizada na sala de vídeo, escolhida pelas condições adequadas de privacidade e acústica para a filmagem, sendo nesse momento reservada para a pesquisa. Houve o apoio de dois auxiliares durante a realização das situações: um responsável pelas filmagens e outro responsável pelas anotações escritas. A cada dia da pesquisa, após a realização de cada situação, me reunia com esses colaboradores para o repasse da filmagem, das anotações e dos esclarecimentos, comentários de acontecimentos de ordem prática. Cada situação investigativa foi realizada com os Grupos A e B separadamente, dentro do horário escolar habitual, registradas através de vídeo-gravação por um auxiliar, além de anotadas todas as falas das crianças por outro auxiliar da pesquisa (escriba).

As situações investigativas do estudo de caso, denominadas de situação investigativa I, II e III, foram pensadas e organizadas de modo a apreender as concepções das crianças acerca do conceito de gravidade. As situações I e II foram realizadas com as crianças em grupo; enquanto a situação III, em entrevista individual.

4.3.1 Situação investigativa I

O procedimento metodológico utilizado para a realização da situação investigativa I foi inspirado na metodologia da pesquisa de Leboeuf e Borges (2002) sobre a gravidade como ação à distância (esse estudo compõe o domínio ontogenético deste estudo). Esses pesquisadores utilizaram a entrevista semiestruturada (perguntas abertas e estruturadas), organizada na sequência previsão, observação e explicação. Segundo os autores, nesse tipo de estruturação,

¹¹ Os nomes foram compostos com três letras retiradas dos seus nomes aleatoriamente.

as entrevistas são organizadas seguindo essa sequência de ações. Primeiro, os sujeitos pesquisados são convidados a fazer previsões sobre situações relacionadas ao objeto da pesquisa colocadas pelo pesquisador. Em seguida, é oferecida uma situação experimental (um acontecimento que conduz ao objeto da pesquisa) para que os participantes possam observar e explicá-lo. Consideram este tipo de entrevista “particularmente interessante”, pois, a partir da análise das previsões e explicações apresentadas pelos sujeitos da pesquisa, podemos obter informações relevantes sobre o pensamento conceitual dos sujeitos.

Neste estudo, foi incorporada a representação gráfica com desenho à sequência previsão-observação-explicação utilizada por Leboeuf e Borges (2002). O desenho como registro gráfico foi considerado como linguagem simbólica importante para ampliar a explicitação e a interpretação do pensamento conceitual das crianças. Vergnaud (1985) diz que um conceito remete a muitas situações, procedimentos e representações (linguagens) e, reciprocamente, uma situação remete a muitos procedimentos, representações e conceitos.

O pensamento conceitual de uma criança se processa, portanto, através de um conjunto amplo e variado de situações, as quais remetem a uma gama de conceitos, procedimentos e a muitos tipos de representações e múltiplas linguagens. Na sua teoria interativa de conceitos, o autor dá destaque especial às representações, incluindo as gráficas, que deixam de ser apenas um subproduto das estruturas cognitivas e passam a ser fundamentais para a descrição psicológica dos conceitos. O acréscimo do desenho configurou-se como uma ação a mais para a criança refletir e ampliar sua conceitualização.

A entrevista semiestruturada (perguntas abertas e estruturadas), desse estudo foi organizada na sequência previsão-observação-explicação-representação/desenho. Para cada momento dessa sequência, algumas perguntas foram estruturadas, enquanto as outras surgiam no diálogo em contexto dialógico com as crianças, considerando o que dizem Souza e Castro (2008, *apud* CRUZ, 2008, p. 59) quando explicam a entrevista como produção de linguagem:

A entrevista, no âmbito de uma dada pesquisa, se configura no espaço de construção de sentidos ou de produção de linguagem entre sujeitos organizados socialmente a partir de um enquadramento relacional específico.

A situação investigativa I foi desenhada em uma entrevista semiestruturada na seguinte sequência: previsão-observação-explicação-representação/desenho. Em cada item da sequência, algumas perguntas da entrevista foram estruturadas.

Antes da pesquisa oficial, essa estruturação metodológica foi experimentada em uma pesquisa piloto realizada na Escola F e em outras atividades experimentais realizadas em outras duas escolas de Fortaleza, mostrando-se bastante eficaz.

No momento da previsão, foi indagado o que as crianças previam que iria acontecer com um objeto após ser largado ou ser lançado por uma pessoa. No momento da *observação*, as crianças realizavam e observavam a ação com o objeto (soltavam e lançavam o corpo) e, no momento da *explicação*, as crianças, em roda de conversa, explicavam o que aconteceu no momento da observação, expressando o seu pensamento, as suas ideias acerca da queda do objeto. No momento da representação com desenho, especificidade deste estudo, as crianças desenhavam, conversavam e explicitavam seus pensamentos. Nesse momento, foi concluída de modo reflexivo, a realização da situação investigativa I, que durou cerca de 30 minutos, para não cansar as crianças.

A situação investigativa I foi pensada e organizada baseando-se em uma queda de objeto, realizada e provocada pelo contato físico da criança com esse objeto. Na situação denominada de A, a criança segurou e soltou um objeto. Na situação denominada de B, a criança segurou e lançou (jogou para cima) um objeto. Ou seja, o ato de a criança soltar e lançar corpos compõe a situação investigativa I. Nas duas situações, A e B, seguindo a estrutura metodológica, cada criança realiza as seguintes ações: faz previsões sobre a queda; realiza (solta e lança) e observa a queda do objeto; dá explicações e, por fim, desenha uma queda.

O bloco escolhido era de madeira e leve, no formato de paralelepípedo (com altura de quatro centímetros, largura de dois e meio centímetros e profundidade de dois e meio centímetros), na cor verde. Esse bloco é uma peça de um jogo de construção muito usado pelas crianças. As características desse objeto lúdico (especialmente a familiaridade) foram consideradas na sua escolha, para não desviar a atenção das crianças para a exploração do mesmo. Como esse bloco ia ser jogado para cima, foi pensada, também, a questão da segurança para as crianças, de modo que o bloco não provocasse acidente quando lançado.

Detalhamento da Situação A: soltar o bloco

MOMENTO DA PREVISÃO – Em cada um dos Grupos A e B separadamente, as quatro crianças foram convidadas a sentarem em cadeiras, uma ao lado da outra. A ordem das crianças para falar as suas previsões foi escolhida pela sequência das cadeiras nas quais estavam sentadas (da direita para a esquerda ou o contrário). Em pé e com o braço estendido, segurei o bloco na mão e perguntei ao grupo: “Se eu soltar esse bloco, o que vocês acham que acontece com ele?”. Escutei cada criança responder sem fazer perguntas ou comentários. Convidei-as para que elas mesmas soltassem o bloco, uma de cada vez.

MOMENTO DA OBSERVAÇÃO – A sequência das crianças para soltar o bloco (uma por vez) teve o mesmo procedimento de escolha anterior. A criança da vez foi convidada a ficar de pé, segurou o bloco na mão e, com o braço estendido, soltou o bloco da sua mão. Observei cada criança soltar o bloco sem fazer perguntas ou comentários. Ao final, agradecia-lhes e convidava-as para sentarem à mesa.

MOMENTO DA EXPLICAÇÃO – Sentada à mesa com as crianças, expliquei que iríamos conversar sobre o que aconteceu quando elas soltaram o bloco e que eu queria ouvir o que cada criança pensava. Falo para elas que não existe certo nem errado, o importante é cada uma falar o que pensa. A metodologia utilizada foi a entrevista semiestruturada desencadeada a partir dessa pergunta que gerou um diálogo aberto: “Vocês seguraram e soltaram o bloco, agora eu quero que vocês me digam: o que aconteceu com o bloco quando vocês soltaram ele?”.

As respostas das crianças a essa pergunta inicial gerou todo o diálogo, e as minhas perguntas fluíam a partir das colocações delas. Também foram feitas, em vários momentos, perguntas estruturadas, para melhor apreender as concepções de

gravidade das crianças: “Por que as coisas caem? Por que cai? Tudo cai? Que coisas caem? Há alguma coisa que não cai? Por que não cai?”.

No desenrolar dessa entrevista-conversa com crianças, foram considerados alguns critérios básicos da pesquisa, que tem como foco a escuta da criança: não dirigir ou influenciar as respostas dadas pelas crianças, escutar atentamente para compreender suas respostas, encaminhando o diálogo em dialogia com a questão da pesquisa. Finalizado esse momento, convidei as crianças para outra atividade: o lançamento do bloco (Situação B).

Detalhamento da Situação B: lançamento do bloco

MOMENTO DA PREVISÃO – As crianças voltaram para as cadeiras e, em pé, com o braço estendido, segurei o bloco na mão, fiz a pergunta ao grupo: “Se eu lançar, jogar esse bloco para cima, o que acontecerá com ele?”. Escutei as crianças responderem sem fazer perguntas ou comentários e, ao final, convidei as crianças para lançarem o bloco.

MOMENTO DA OBSERVAÇÃO – Entreguei um bloco para uma criança de cada vez¹² e pedi que ficasse de pé segurando o bloco com a mão e, com o braço estendido, jogasse o bloco para cima. Repeti o mesmo processo com cada uma, enquanto as outras ficaram sentadas assistindo. Observei cada criança soltar o bloco sem fazer perguntas ou comentários. Ao final, agradei e convidei as crianças para sentarem à mesa para conversarmos.

MOMENTO DA EXPLICAÇÃO – Sentada à mesa com as crianças, expliquei que iríamos conversar sobre o que aconteceu quando elas lançaram o bloco para cima e que eu queria ouvir o que cada uma pensava. Falei que não existe certo nem errado, o importante é cada uma falar o que pensa. A seguir, a entrevista foi desencadeada com uma pergunta inicial que gerou um diálogo aberto: “Vocês jogaram o bloco para cima, agora eu quero que

¹² A sequência das crianças para lançar o bloco (uma por vez) foi a mesma da Situação A.

vocês me digam: o que aconteceu com o bloco quando vocês jogaram ele para cima?”.

As respostas das crianças geraram todo o nosso diálogo, e as minhas perguntas fluíam a partir das colocações delas. Também foram feitas, em vários momentos, as perguntas estruturadas para apreender as concepções de gravidade das crianças: “Por que cai? Tudo cai? Que coisas caem? Há alguma coisa que não cai? Por que não cai?”.

Como na Situação A, no desenrolar da nossa entrevista-conversa dessa situação, foram considerados os cuidados básicos da pesquisa, que tem como foco a escuta da criança.

MOMENTO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA COM DESENHO –

Finalizada a conversa anterior com as crianças, convidei-as para desenhar sobre a queda de alguma coisa. Esse momento tinha como objetivo a representação gráfica com desenho como outra linguagem que expressa o pensamento das crianças, estimula e possibilita outras verbalizações das suas concepções, tanto durante o desenho como na explicação do mesmo.

As crianças continuaram sentadas à mesa. Entreguei uma folha de papel branca de tamanho A4 e um estojo com doze canetas hidrográficas coloridas e solicitei que cada criança fizesse um desenho de alguma coisa caindo. Relembrei que elas soltaram e lançaram o bloco e que tínhamos conversado sobre isso. Enfatizei que elas podiam escolher qualquer coisa para desenhar caindo, inclusive, se elas preferissem, podiam desenhar o bloco caindo. O importante era desenhar algo caindo e que cada uma podia desenhar “do seu jeito”. Esclareci ainda que, se elas quisessem, podiam conversar com os colegas e comigo enquanto desenhavam. Quando as crianças aceitaram conversar, participei do diálogo, ouvindo e mediando com perguntas que levavam as crianças à reflexão sobre suas conceitualizações. À medida que cada criança concluía o seu desenho, foi solicitado que ela apresentasse para os colegas e para mim, mostrando o que desenhou caindo e explicando por que está caindo.

4.3.2 Situação investigativa II

Enquanto na situação investigativa I houve uma queda de objeto testemunhada pela criança, a partir do seu contato físico, da sua ação de soltar ou lançar o bloco, a situação investigativa II mostra uma queda de corpos sem intervenção das crianças. Nessa situação investigativa II, as crianças observaram a queda de corpos no espaço, em imagens geradas em vídeo. O primeiro mostra imagens da “queda de um meteoro na Terra” (Situação C); o segundo mostra imagens da queda de um astronauta no espaço (Situação D). A exibição desses dois vídeos caracteriza uma situação em que a criança é instigada a pensar a ação da gravidade como ação à distância.

Essa situação II aconteceu um dia após a realização da situação I e também foi filmada, anotada e fotografada. O instrumento metodológico dessa situação foi uma entrevista semiestruturada mediada pelas imagens do meteoro e do astronauta em vídeo (queda no espaço em imagens) na sequência observação-explicação-reflexão-representação.

Na sala reservada para a pesquisa, em uma roda de conversa com quatro crianças por vez, dei início a essa atividade investigativa com o Grupo A e B separadamente. Após agradecer às crianças pela aceitação e participação, reiterei a importância do envolvimento delas no estudo. Em seguida, com as crianças sentadas em cadeiras em semicírculo, iniciamos essa atividade, que durou cerca de 30 minutos.

Detalhamento da Situação C: queda do meteoro

Na Situação C, apresentei para cada grupo de crianças o vídeo “Meteoritos contra La Tierra”¹³. Esse vídeo de 40 segundos é uma montagem que simula a queda de um meteoro na Terra.

CONVERSA INICIAL – Com cada grupo de quatro crianças, sentadas em semicírculo, em frente à TV, expliquei que iria apresentar um vídeo, “um vídeo bem curtinho”, e depois iríamos conversar sobre o que elas assistiram.

¹³ Produção no Youtube, disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=jlKMKzzgRJw>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

OBSERVAÇÃO – VÍDEO DO METEORO – Enquanto as crianças assistiam ao vídeo, fiquei observando sem fazer perguntas. A apresentação do vídeo foi repetida duas vezes para cada grupo, atendendo ao pedido das crianças.

EXPLICAÇÃO SOBRE O VÍDEO – Com as crianças sentei à mesa e conversamos sobre o vídeo. Esclareci que eu iria ouvir o que pensa cada uma, que não havia preocupação com o que seria certo ou errado, todas as opiniões eram importantes e seria muito bom ouvi-las. Em seguida, iniciei o processo da entrevista semiestruturada com uma solicitação: “Me falem sobre o que vocês assistiram no vídeo”.

As respostas das crianças a esse pedido inicial foram a motivação para iniciar a entrevista aberta. O nosso diálogo e as perguntas fluíram a partir das colocações delas. Perguntas estruturadas foram feitas durante a conversa com as crianças: “Por que o meteoro caiu?” ou “Por que o meteoro está caindo na Terra?” (para as crianças que já afirmavam que o meteoro estava caindo na Terra). “Por que as coisas caem?”; “Por que as coisas não caem?”; “Por que coisas pesadas caem?”; “Coisas leves caem?”. Finalizado esse momento, as crianças foram convidadas a assistir a outro vídeo.

Detalhamento da Situação D: queda do astronauta

Nessa situação, cada grupo de criança assistiu a um vídeo de apenas nove segundos¹⁴, que mostra um astronauta em queda no espaço (“flutuando no espaço”).

CONVERSA INICIAL – Convidei cada grupo de crianças a sentar novamente nas cadeiras em frente à TV e expliquei que iria apresentar outro vídeo para elas e, depois, como no anterior, também iríamos conversar sobre ele. Expliquei também que esse vídeo não tem som, apenas imagem.

¹⁴ Vídeo: *Manned Maneuvering Unit (MMU)*. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=92ZRVIKuc0U>>.

OBSERVAÇÃO – VÍDEO DO ASTRONAUTA – As crianças assistiram atentamente ao vídeo, que foi apresentado três vezes para o Grupo A e duas vezes para o Grupo B, atendendo ao pedido delas. Em seguida, convidei-as a sentarem à mesa para conversarmos sobre o que assistiram.

EXPLICAÇÃO SOBRE O VÍDEO – Sentei à mesa com as crianças e conversamos sobre o vídeo. Esclareci mais uma vez que o importante era ouvi-las. Iniciei o processo da entrevista semiestruturada com uma solicitação: “Me falem sobre o que vocês assistiram no vídeo”. As respostas das crianças a essa demanda inicial também geraram todo o nosso diálogo, e as minhas perguntas fluíram a partir da fala delas. Foi importante procurar entender a compreensão das crianças sobre a temática do vídeo (a queda do astronauta no espaço). Algumas perguntas estruturadas foram feitas durante a conversa com as crianças: “O astronauta está onde?”, “O astronauta está flutuando?”, “Por que as coisas flutuam?”, “Por que as coisas não flutuam?”, “Por que as coisas caem?”, “O astronauta está caindo?”.

MOMENTO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA COM DESENHO – As crianças continuaram sentadas à mesa. Entreguei uma folha de papel em branco (tamanho A4) e um estojo com doze canetas hidrográficas coloridas para cada criança e solicitei: “Faça um desenho sobre o que você assistiu nos vídeos: do meteoro e do Astronauta”. Lembrei que o importante era desenhar “do seu jeito” e que, se elas quisessem, podiam conversar com os colegas e/ou comigo enquanto desenhavam. À medida que cada criança concluía o seu desenho, solicitava que ela o apresentasse para os colegas e para mim, mostrando o que desenhava sobre o vídeo.

4.3.3 Situação investigativa III

Entrevista individual

A situação investigativa III foi realizada por meio de uma entrevista individual com cada criança, que aconteceu no terceiro encontro após as atividades investigativas II. Essa atividade foi um momento de investigação individual em uma conversa particular, com um diálogo reservado com cada criança, com o objetivo de escutar e compreender melhor as especificidades das suas concepções referidas nas situações investigativas I e II, isto é, compreender as suas formas de pensar e seus modos de falar, conceituar a gravidade.

É importante esclarecer que essa atividade aconteceu com intervalo de, no mínimo, um dia após a situação investigativa II, para que eu tivesse condições de assistir à gravação das situações I e II, ler as anotações do assistente e analisar os desenhos das crianças. Assim, nesse encontro individual, eu já tinha uma compreensão inicial das concepções, do pensamento conceitual das crianças sobre gravidade, o que possibilitava tirar dúvidas e/ou confirmar a compreensão das explicações das crianças.

Convidei particularmente cada criança para conversarmos, apenas eu e ela, na mesma sala que aconteceram as outras atividades. Todas aceitaram participar. Essa sessão também teve vídeo gravado e estavam presentes os dois assistentes.

Sentei individualmente com cada criança, tendo em mãos os desenhos da criança da vez, além das anotações do assistente e das minhas referentes às situações. Fui rerepresentando para elas os registros gráficos que elas realizaram como conclusão das situações investigativas I e II, e cada desenho apresentado servia de mediador dessa entrevista aberta.

A apresentação de cada desenho com outra apreciação das crianças promovia o meu entendimento das suas marcas gráficas e o significado das mesmas. Mostrei para cada uma os seus desenhos, relembrei as situações, o que fizemos e iniciei o diálogo solicitando: “fale sobre esse seu desenho!”. As respostas das crianças a esse questionamento inicial gerou todo o nosso diálogo desse dia e as minhas perguntas iam fluindo a partir da fala delas.

Esse momento do “cochicho”, da escuta individual de cada criança, foi crucial para os esclarecimentos de algumas explicações das crianças ainda não compreendidas por mim.

Concluí que as falas de cada criança complementaram e ampliaram as suas falas anteriores, com novos significados sobre as suas concepções de gravidade explicitadas nas situações I e II.

Esse momento finalizou as três situações investigativas, abrindo espaço para as transcrições e análises das falas das crianças e a composição das categorias/zonas que irão compor o domínio microgenético da matriz epistemológica do conceito de gravidade.

5 POLISSEMIA DO CONCEITO DE GRAVIDADE NOS DOMÍNIOS: SOCIOCULTURAL, ONTOGENÉTICO E MICROGENÉTICO

Neste capítulo, organizado em quatro subdivisões, apresento a polissemia do conceito de gravidade, as diferentes concepções desse conceito, em seus diferentes contextos de produção, organizados aqui em três domínios genéticos considerados no desenho metodológico deste estudo: sociocultural, ontogenético e microgenético. O conjunto desses domínios mostra as múltiplas facetas desse conceito: a pluralidade, a complementaridade e a heterogeneidade.

Na primeira parte do capítulo, para a composição do domínio sociocultural, apresento a evolução histórica do conceito de gravidade, a partir da pesquisa bibliográfica do desenvolvimento histórico da ciência do mundo ocidental, da Antiguidade ao Renascimento. Na segunda, para a composição do domínio ontogenético, visão ontológica do conceito de gravidade, exponho concepções de gravidade, a partir de uma compilação de pesquisas sobre conceitos de gravidade de estudantes. Na terceira parte, para a composição do domínio microgenético, exponho os dados empíricos do meu estudo de caso realizado com crianças de quatro e cinco anos, ou seja, apresento as concepções de gravidade das crianças apreendidas neste estudo.

Finalizando, na quarta parte, desenho a matriz epistemológica modelando a polissemia do conceito de gravidade no domínio sociocultural, ontogenético e microgenético.

5.1 História do conceito de gravidade: domínio sociocultural

Para compor o domínio sociocultural do perfil conceitual de gravidade, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a história desse conceito apreendida desde a sua pré-história, na Antiguidade grega, com Aristóteles, seguindo na Idade Média com a ideia de ímpeto de Philoponus e Buridan. Continuando a trajetória histórica da gravidade no Renascimento, foi considerada a visão de Kepler e, por fim, a concepção científica, clássica da Física, de força de gravidade de Newton. Esse percurso possibilitou a organização da história da gravidade da seguinte forma:

a pré-história do conceito de gravidade, uma possível evolução do conceito de gravidade e o conceito de gravidade na Física Clássica.

A pré-história do conceito de gravidade

A pré-história do conceito de gravidade apresentada aqui começa na história do movimento do universo quando os filósofos e fisiólogos gregos, na Antiguidade, tentavam explicar o sistema do Universo e os movimentos dos corpos celestes. Tales de Mileto (c.624-c.546 AEC), por exemplo, dizia que a Terra era plana e cercada por um imenso oceano, e a *psyché*/alma explicava o movimento das coisas:

A vida é alma (*psyché*), e é por isso que até as coisas que chamamos inanimadas têm, de alguma forma, alma, como, por exemplo, “a pedra [a magnetite, isto é, o ímã] que é dotada de alma, pois move o ferro” [...] De fato, a alma é precisamente algo capaz de mover (CARSETANO, 2011, p. 42).

O filósofo Pitágoras de Samos (c.560-c.480 AEC) defendia que a Terra, imóvel e esférica, era o centro do Universo, com os planetas, o Sol e a Lua girando ao seu redor. Enquanto Ptolomeu (90-168), aproveitando ideias de Aristóteles e de outros filósofos, desenhou um universo em que a Terra, imóvel, estava deslocada do centro do Universo.

A ideia de que a Terra e os planetas giravam em torno do Sol (modelo heliocêntrico) surgiu de forma pioneira com Aristarco de Samos em 270 AEC. No entanto, esse modelo só se firmou dois mil anos depois com a teoria heliocêntrica de Copérnico.

Para Cherman e Mendonça (2009), os postulados sobre os movimentos celestes e mundanos, “pré-científicos”¹⁵, de Aristóteles (384-322 AEC), é um dos “pilares” da história da gravidade com sua doutrina do movimento: a ideia aristotélica do movimento natural dos corpos assinala a “pré-história da gravidade”. Comentam ainda que para Aristóteles “o movimento era o âmago do universo” e que na abertura do seu livro III de Física Aristóteles profere:

¹⁵ “A mecânica enquanto ciência (no sentido atual da palavra ‘ciência’) começa apenas no século XVII [...] O aparecimento da mecânica como ciência não vai demolir inteiramente as concepções da ‘dinâmica’ elaboradas durante os séculos precedentes [...] O longo período ‘pré-científico’ permite-nos traçar a gênese e o desenvolvimento das noções *in statu nascendi*” (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 54-55).

A Natureza é um princípio de movimento e de mudança e é o objetivo de nossas indagações. Devemos estar certos de que entendemos o que é movimento, pois, se não sabemos isso, também não sabemos o que é a Natureza. (ARISTÓTELES *in* CHERMAN, 2004, p. 22).

Aristóteles desenha o cosmo com a Terra (imóvel) como centro do Universo finito e esférico, contornada pelas esferas da Lua, de Mercúrio, de Vênus, do Sol, de Marte, de Júpiter, de Saturno e das estrelas (um motor primordial é responsável pelo movimento harmonioso das esferas). Nessa modelagem, ele dividiu o Universo em duas regiões: supralunar e sublunar.

Na doutrina aristotélica existem apenas dois movimentos naturais simples: o movimento retilíneo e o circular. O movimento circular (linha circular) é o movimento cíclico em torno do centro do Universo. Os corpos do mundo supralunar, acima da esfera da Lua, tinham movimentos circulares, os quais são uniformes, perfeitos e eternos. Enquanto o movimento retilíneo, em linha reta para cima ou para baixo (não perfeito), é o movimento dos corpos simples na superfície da Terra, do mundo sublunar (abaixo da esfera da Lua). Esses movimentos retilíneos (natural/simples) do mundo sublunar eram de duas ordens: “movimento forçado/violento” e o “movimento natural”.

O “movimento violento”, segundo Aristóteles, acontece “por uma força” causada por um motor externo como agente, ou seja, o movimento externo é o resultado de uma causa externa que impulsiona os corpos (para a translação). O agente externo retira o corpo do seu lugar natural/chão.

Aristóteles chega a essa conclusão por um raciocínio bastante curioso. O movimento violento é, segundo ele, imediatamente evidente: basta lançar uma pedra para fazer a demonstração. Ora, ele deduz que deve existir igualmente um movimento natural, “pois o forçado é contrário à natureza, e o que é contrário à natureza é posterior ao que lhe é conforme” (ARISTÓTELES, *apud* PIAGET; GARCIA, 2011, p. 62).

Aristóteles concebia duas ações durante o movimento violento: “uma impedindo o objeto a se deslocar e outra resistindo a essa força” (CHERMAN; MENDONÇA, 2009, p. 34). Essas duas ações/“forças” são externas, já que Aristóteles rejeitava a existência de uma resistência interna, hoje conhecida como massa “inercial”. Para ele, ao final do contato do agente causador do movimento do corpo, esse movimento esgotar-se-ia imediatamente. Podemos pensar na

explicação de um corpo parado, apoiado em uma mesa, por exemplo, e que para tirá-lo dessa situação seria preciso que uma “ação se mantivesse continuamente sobre ele”. Cessada a ação, o corpo (em função do atrito) para.

O “movimento natural” é um movimento intrínseco ao corpo, uma tendência que os corpos têm de buscar o seu “lugar natural”, para Aristóteles o centro da Terra (lembrando que a Terra era considerada esférica). Essa tendência de o corpo buscar o seu lugar natural, segundo Cherman e Mendonça (2009, p. 34), nos conduz à pré-história da gravidade: “É o movimento natural que vai nos levar a uma noção primordial do conceito de gravidade”.

Outro ponto importante da doutrina aristotélica do movimento diz respeito à natureza dos corpos materiais (“modo de ser” dos corpos). Aristóteles acreditava que cada corpo simples, quando está fora do “seu lugar”, é dotado de um movimento natural que o instiga a ocupar o seu próprio lugar natural, para cima ou para baixo, dependendo das porcentagens dos elementos simples/naturais na sua composição. Os corpos do mundo sublunar são compostos de quatro elementos simples (em porções distintas): água e terra (elementos pesados: a terra é mais pesada que a água), fogo e ar (elementos leves: o fogo é mais leve que o ar). De acordo com a sua composição, o corpo era “leve ou grave” (tinha “certo peso ou leveza”)¹⁶, precisamente duas qualidades antagônicas que influenciavam o movimento natural dos corpos, ou seja, essa “queda” poderia ser para baixo, lugar dos corpos pesados/graves ou ir para cima (não cair), lugar dos corpos leves.

Se um corpo tivesse em sua composição mais material ígneo (fogo), o seu lugar natural seria a região mais alta dentro da região sublunar. Se o elemento terra fosse a principal composição de um corpo, sua qualidade era pesada, e seu lugar natural era o centro da Terra. Apesar de a Terra ser o centro do Universo para Aristóteles, ele não se reporta à Terra como o centro do movimento, ela não cumpre nenhum papel nesse movimento. “O ‘centro’ de que fala Aristóteles é o centro do universo”, descrevem Piaget e Garcia (2011, p. 63).

¹⁶ Para Aristóteles, o peso era uma qualidade dos corpos, não tinha ligação com a concepção atual de peso ou massa de hoje.

Na visão de Aristóteles, um elemento que tivesse a “leveza” como sua qualidade (modo de ser) principal não era menos pesado/grave que a terra (substância), ou seja, o elemento era leve de modo absoluto.

Essa concepção difere de nossa realidade atual, e deixa mais nítida a abordagem dada à *gravidade* mesmo sem a aplicação dessa terminologia. Peso e leveza eram propriedades “gêmeas” que influenciavam como o objeto se move [...] quanto mais peso, mais veloz a queda, e quanto mais leveza, mais veloz a subida (CHERMAN; MENDONÇA, 2009, p. 38).

Um terceiro ponto importante para a compreensão da doutrina aristotélica do movimento, segundo Piaget e Garcia já citados (2011, p. 64), é o preceito aristotélico do movimento descrito em *Do céu*, livro III: a necessidade de recorrer a um “motor” como a causa do movimento. Segundo esses autores, a distinção entre os movimentos forçados/violentos e os movimentos naturais leva Aristóteles a estabelecer também uma “distinção paralela” entre duas “espécies de motores”: “motor externo” e “motor interno”.

O movimento violento/forçado tem como causa um “motor externo”, uma causa externa. O movimento natural é devido a um “motor interno”, inerente ao corpo, o contato motor e móvel é próprio do corpo. O movimento é intrínseco ao corpo (“ação própria do corpo” devido à “sua própria natureza”). Os corpos celestes e os seres vivos, como corpos animados, são “movidos por natureza”, isto é, têm movimento natural devido ao seu “motor interno”.

A natureza é um princípio interno do movimento (Do céu, III, 2, 301b) [...] A natureza é uma fonte ou uma causa por obra da qual uma coisa qualquer é movida ou permanece em repouso, em virtude de si mesma e “não em virtude de um atributo concomitante” [...] se deve distinguir a natureza de uma coisa dos atributos que lhe pertencem em virtude do que ela é, no caso de ser propriedade do fogo o movimento para cima, que este não possui “por natureza”, mas se realiza “de acordo” com a natureza. O movimento natural tem, portanto, uma causa intrínseca (motor interno) (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 64-65).

Assim, para Aristóteles há duas espécies de motores que causam o movimento: um motor de natureza inerente à matéria e um motor externo, por

contato¹⁷: o corpo A causa o movimento em um corpo B, e não em si próprio¹⁸. Para ele o motor deve estar em constante contato com o corpo, pois descartava toda possibilidade de ação à distância. O movimento natural causado pelo motor interno e o movimento forçado causado por um motor externo não existem no vazio, afirma Aristóteles, pois o vazio é um não ser, ou seja, o movimento no vazio é impossível.

Com a explicação da inexistência de movimento no vazio, Aristóteles, segundo Piaget e Garcia, aproxima-se do princípio de inércia, que ele tanto rejeitava, quando explicava o movimento de um projétil: movimento forçado causado por um motor externo.

[...] os projéteis movem-se, de fato, fora da mão daquele que os lançou, quer pela ação de retorno, de acordo com determinadas teorias, quer pelo impulso do ar impulsionado que imprime ao projétil um movimento mais rápido do que seu transporte para o lugar natural. Mas no vazio nada disto pode ocorrer, e um transporte só é possível por meio de um veículo. [...] além disso, não seria possível dizer por que um corpo movido pararia em algum lugar; [...] De modo que ele estará necessariamente em repouso ou necessariamente transportado ao infinito, se nada de mais forte o detiver (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 68-69).

Para esses estudiosos, a concepção de movimento de Aristóteles tem uma aceção ampla e singular, pois para Aristóteles “há tantas espécies de movimento como de ser” (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 57). Nesse preceito, cada “modo de ser” tem seu movimento. Corpos inanimados não têm a mesma *causa* do movimento dos seres vivos. Estes últimos se movem pela sua própria ação (mesmo ele admitindo a existência de um “motor interno” aos seres vivos).

A física aristotélica “pré-científica” do movimento adota princípios de caráter metafísicos, por exemplo, como os corpos caem em queda livre é explicado de modo geral, fundamentado em seus princípios metafísicos (transcendentais). Em seu tratado *Do céu*, diz que o tempo de queda de um corpo é inversamente

¹⁷ Segundo Radé (2005, p. 58-59), em seu estudo sobre o perfil conceitual de força, Aristóteles usa o termo “*dynamis*”, de Platão, “para expressar qualquer espécie de empurrão ou puxão [...] Com relação ao peso, para Aristóteles isto era a manifestação do movimento natural e não a causa de obrigatoriedade; em outras palavras, não era uma força de empurrar ou puxar e, conseqüentemente, não poderia ser empregado como um padrão para medidas de forças”.

¹⁸ Para Radé (2005, p. 59), em seu estudo sobre o perfil conceitual de força, “Aristóteles concentra sua mecânica somente na concepção de força como agente envolvido na ação de empurrar ou puxar. É esta noção de força, como um agente compulsório do movimento, que Aristóteles submete à investigação quantitativa e que forma o cerne de sua mecânica. Jammer salienta que é também este conceito de força que, mais proximamente, corresponde à experiência do cotidiano dos gregos, naquele tempo”.

proporcional ao seu peso. Essa inferência foi aceita durante toda Idade Média e só com Galileu, dois mil anos depois, foi refutada.

Outras ideias que suscitaram a noção de gravidade na Antiguidade foram as noções de “força”: como “agente regulador” da natureza e como “ação mútua”. A ideia de “força” como ação mútua, recíproca troca da ação, surgiu com Posidônio de Rodes (c.135-51 AEC). Ele empregou o termo *sympatheia* da medicina, que significava transmissão de doença, para explicar a conexão entre o movimento do Sol e da Lua e as marés. Essa ideia de “força” aponta para a noção de ação à distância¹⁹, sem contato, um ponto fundamental no conceito de atração gravitacional.

Posidônio explica o fenômeno das marés como uma manifestação de forças difundindo-se por todo o espaço, mas forças completamente em desacordo com a concepção aristotélica, que tinha uma localização no objeto portador da força [...] força torna-se uma mútua correspondência de ação, “simpatia” no sentido original da palavra. A concepção estoica de força, na qual o agente e o paciente são inseparáveis na formação da atividade conectiva, está intimamente relacionada à sua doutrina da unidade do cosmos (RADÉ, 2005, p. 60).

A ideia de “força” como agente regulador da natureza surgiu no pensamento de Empédocles (c.490-c.430 AEC). Para esse pensador, a “força interna da matéria, na realidade eram duas e antagônicas: a ‘força *philia*’ atrativa que unia os quatro elementos da natureza (água, terra, fogo e ar) e a ‘força *neikos*’ que repelia esses quatro elementos”.

Uma possível evolução do conceito de gravidade

Na idade média, as explicações sobre os movimentos dos corpos próximos à superfície da Terra avançam com os estudos sobre o movimento de um projétil. Essas ideias de movimento foram importantes na evolução do conceito de gravidade.

¹⁹ Radé, em seu estudo sobre o perfil conceitual de força (2005, p. 60), comenta que a concepção de Posidônio de força como uma “simpatia” chegou muito perto da noção de ação à distância, como concebida pela Física Clássica dos séculos 17 e 18.

Philoponus (c.490-c.57)²⁰, opondo-se às ideias aristotélicas sobre o movimento de um projétil, afirma que quando um corpo é arremessado recebe uma “força motriz”, transferida do motor (lançador) para o móvel (projétil) e continuando nele mesmo depois do fim do contato. Para ele, com o tempo, a “tal força” sumiria espontaneamente, provocando o fim do movimento. Essa ideia ficou conhecida como teoria do ímpeto, um conceito primitivo de “inércia”. Afirma ainda que o tempo para os objetos caírem até o chão não variava conforme seus pesos. Essa ideia, posteriormente, foi importante para a noção de gravidade.

Rejeitando a ideia de a força motriz desaparecer espontaneamente como pensava Philoponus, Buridan (c.1300-1358), também refutando a teoria aristotélica da “antiperistasis”, expõe a sua teoria do “ímpetus”, sua ideia de força motriz, que ocorria da seguinte forma: após deixar o motor/lançador, o projétil seria movido por um “ímpetus”, um poder de auto-movimento capaz de mover o projétil na direção dada pelo motor quando aquele já não é movido por este.

Concluiu que o motor/lançador produz uma “*virtus motiva*” no projétil: “um determinado *impetus* que atua na própria direção em que o motor colocava o corpo em movimento ‘quer para cima, ou para baixo, quer lateral ou circularmente’” (BURIDAN, *apud* PIAGET; GARCIA, 2011, p. 80-81). Ajuizou que o movimento de um projétil poderia até seguir infinitamente, mas que esse movimento infinito não era possível pelas influências externas como a resistência do ar e a “gravidade”, ou seja, o impetus enfraqueceria continuamente até que a gravidade predominasse e o projétil retornasse a seu lugar natural.

A teoria do ímpeto de Buridan apresentava três propriedades. Piaget e Garcia (2011) descrevem que as duas primeiras conduzem ao conceito de “momento” ou “quantidade de movimento” (produto da velocidade pela massa) da física newtoniana. A primeira propriedade é que quanto maior é a velocidade com a qual o motor move o corpo, maior será o ímpeto impresso no corpo em movimento. A segunda é que quanto maior é a matéria do corpo movido, mais intenso será o ímpeto recebido por ele. Enquanto a terceira está associada à noção primitiva de

²⁰ Conhecido como João Gramático (CHERMAN; MENDONÇA, 2009, p. 59).

inércia: o ímpeto é qualquer coisa cuja natureza é permanente e não é “corrompido” pela resistência que lhe oferece o meio.

Para explicar a queda dos objetos, Buridan, *apud* Piaget e Garcia (2011), afirma que a “gravidade natural da pedra” permanece antes, durante e depois do movimento e conclui:

[...] uma outra força contribui para o movimento, além da gravidade natural que move desde o início e que permanece sempre a mesma [...] devemos supor que um corpo pesado não somente tira movimento em si próprio do seu próprio motor, ou seja, a sua gravidade mas também tira em si próprio um certo impetus com esse movimento. Esse impetus é o poder de mover o corpo pesado em conjunção com a gravidade natural permanente [...] o corpo pesado é, desde o início, movido somente por sua gravidade natural: então ele move-se lentamente. Depois ele é movido simultaneamente pela mesma gravidade e pelo impetus, movendo-se mais depressa e como o movimento se torna mais rápido o impetus também cresce e torna-se mais forte, assim, o corpo pesado é movido por sua gravidade natural, e, simultaneamente, um maior impetus (p. 82-83).

Esses estudiosos comentam que a ideia de “impetus” de Buridan é ambígua, ora é engendrado conjuntamente com o movimento pela gravidade “motor do movimento”, produzindo mais movimento, ora o movimento é o próprio “impetus”.

Conceito de gravidade na Física Clássica

A base do conceito de gravidade na Física Clássica começa com os estudos de Johannes Kepler (1571-1630). Inicialmente, em *Mistério cosmográfico*²¹, Kepler mostra que não aceita o cosmo aristotélico, com a Terra imóvel ao centro. Defende o modelo heliocêntrico de Copérnico (o Sol ao centro) e explica a estrutura do movimento do Universo através da geometria de Pitágoras. Nesse trabalho, ele propõe que os movimentos planetários são causados por uma “potência motriz” (“alma motriz”) provinda do centro do sistema do Universo, o Sol.

Posteriormente, em sua obra *Astronomia nova*²², Kepler propõe que a causa do movimento planetário é uma “força motriz solar” (“vis ou virtus”) emanada do Sol

²¹ *Mysterium comographicum*, finalizada em 1596, é a primeira obra importante de Kepler (1596-1597) que fala da associação do posicionamento dos planetas ao redor do Sol.

²² Título de um livro escrito por Johannes Kepler e publicado em 1609, no qual aparecem os resultados das suas investigações de mais de dez anos sobre o movimento dos planetas e em particular sobre o movimento aparente de Marte. Nesse livro, apresentam-se as duas primeiras leis de Kepler do movimento planetário.

e transmitida para os planetas pela rotação do Sol. Segundo Cherman e Mendonça já mencionados, nessa obra Kepler apresenta uma definição de gravidade:

A gravidade é uma afeição corpórea mútua entre corpos semelhantes para unir ou se juntar (a esta ordem de coisas pertence também a faculdade magnética) de modo que a Terra atrai a pedra muito mais do que a pedra tende para a Terra (2009, p. 85).

Cherman e Mendonça explicam que, segundo Pablo Mariconda²³, Kepler deu um passo importante na história da gravidade com a ideia de gravidade como “atração por”, significando uma atração mútua entre corpos pesados (graves).

Em sua obra *Harmonia do mundo* (1619), Kepler apresenta a sua terceira lei dos movimentos planetários, “lei harmônica”, definida como: “a razão entre o cubo da distância média dos planetas ao Sol, e o quadrado do período que estes planetas levam para completar uma revolução é constante”, segundo Cherman e Mendonça (2009, p.103), que também citam essa lei como fundamental para a teoria da gravitação de Newton. A lei da gravitação de Newton vai unir as três leis de Kepler²⁴ e explicar os movimentos planetários, como veremos a seguir.

Newton (1642-1727) apresenta a gravidade como explicação da dinâmica dos movimentos planetários e do mecanismo que mantém os planetas em suas órbitas. Para elucidar os movimentos planetários, a relação entre as forças que atuam sobre um corpo e a forma como esse corpo se movimenta respondendo a essas forças, Newton concebeu um sistema de três leis do movimento, apresentado na sua obra *Princípios matemáticos da filosofia natural (Princípios)*²⁵. As leis de Newton explicam as relações de causa e efeito nos movimentos dos corpos. A gravitação universal é um aspecto particular, formulado matematicamente.

Na primeira lei de Newton – “lei da inércia” –, todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a não ser que seja compelido à mudança por forças nele exercidas. Cherman e Mendonça (2009, p.

²³ Tradutor para o português da obra de Galileu *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano* e responsável pela introdução e notas.

²⁴ As outras duas leis dos movimentos planetários de Kepler são as seguintes: a primeira lei diz que a forma das órbitas planetárias é elíptica, e que o Sol ocupa um dos focos dessa elipse. A segunda lei diz que “o raio vetor que une o sol a um planeta percorre superfícies iguais em tempos iguais”, ou seja, “a linha imaginária ligando o sol aos planetas vai varrer áreas iguais em tempos iguais” (MOURÃO, 2007, p. 124).

²⁵ O *Princípios* foi publicado em três versões: 1ª versão em 1687, 2ª versão em 1713 e 3ª versão em 1726.

109) lembram que Galileu (1574-1642) em sua última obra “Discursos” (na terceira jornada), “formulou o que Newton considerou como a legítima antecessora da 1ª primeira de suas três leis do movimento, a lei da inércia”.

A segunda lei de Newton – força igual à massa vezes aceleração ($F = ma$) –, explica que uma alteração no movimento é proporcional à força motriz exercida e se dá no mesmo sentido que esta força é exercida. A variação de velocidade de um corpo em relação ao tempo do movimento é, exatamente, a aceleração, componente explícita nessa segunda lei de Newton. Isso quer dizer que o efeito de uma força contínua sobre um corpo inicialmente em repouso ou em movimento constante é fazê-lo acelerar. Newton considerou a confirmação de Galileu, que um corpo em queda acelera a uma taxa uniforme, e concluiu que a atração da gravidade faz o corpo acelerar. Essa segunda lei também explica a órbita da Lua na Terra:

A força de gravidade, atuando continuamente, imprime à Lua uma aceleração na direção da Terra, mas o momentum (massa vezes velocidade) da lua estabelece a tendência inercial de manter seu movimento na direção do momentum. O resultante equilíbrio contínuo dessas duas tendências mantém a lua em órbita (STRATHERN, 1998, p. 42).

Na terceira lei de Newton – “lei da ação e reação” –, para qualquer ação há sempre uma reação oposta e igual; em outras palavras, as ações de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e em direções opostas. Significa que se um corpo exerce uma força sobre o outro, o segundo exercerá, simultaneamente, força oposta e de mesma magnitude sobre o primeiro, uma ação corresponde sempre a uma reação igual e contrária.

Aplicando essas três leis, Newton foi capaz de concluir como a força gravitacional atuava entre dois corpos. No *Princípios*, livro III – “O sistema de mundo”, no escólio da quinta proposição desse livro, Newton fala da lei da gravitação: “Até agora chamamos de ‘centrípeta’ a força que mantém os corpos celestiais em suas órbitas. Foi agora estabelecido que essa força é a força da gravidade, e ela será chamada de gravidade daqui por diante” (p. 112).

Newton afirma que “a gravidade existe em todos os corpos universalmente e é proporcional à quantidade de matéria em cada corpo” (CHERMAN, 2004, p. 53). Unindo essa proposição ao já formulado, que a força entre os planetas é

proporcional ao inverso do quadrado da distância ($M_1 \times M_2/r^2$), Newton formula a lei da gravitação universal. A força de gravidade é, portanto, uma interação à distância entre duas massas, sempre atrativa e atua na direção que une os corpos em questão.

Toda partícula no universo atrai toda outra partícula com uma força que é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas (STEWART, 2013, p. 79).

Para Stewart (2013, p. 82), essa interação gravitacional rege o Universo, as galáxias e mantém suas formas coerentes, e o mais importante da lei da gravitação é a afirmação de que a gravidade age universalmente: “quaisquer dois corpos, em qualquer parte do universo, atraem-se mutuamente”. Afirma ainda que embora a teoria geral da relatividade de Einstein tenha suplantado a lei da gravitação de Newton, “em termos de física fundamental”, a abordagem newtoniana ainda é fundamental na atualidade, “ainda reina suprema”:

A lei da gravitação sintetizou, em uma fórmula matemática simples, milênios de observações e teorias astronômicas. Explicou muitas características intrigantes do movimento planetário e possibilitou prever os movimentos futuros do sistema solar com grande precisão. [...] para quase todos os propósitos práticos a abordagem newtoniana, mais simples, ainda reina suprema. Atualmente as agências espaciais no mundo, tais como a Nasa e a ESA, ainda usam as leis do movimento e a gravitação de Newton para calcular as trajetórias mais efetivas para uma nave espacial” (2013, p. 74).

Segundo Cherman e Mendonça (2009, p.125), não foi Newton que organizou a conhecida fórmula matemática da gravidade:

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

Onde F é a força de atração gravitacional entre dois objetos/corpos, m_1 é a massa do objeto/corpo1, m_2 é a massa do objeto/corpo2, r é a distância entre os centros de massa dos objetos/corpos e G é a constante gravitacional. As massas (m) são medidas em quilogramas, a distância (r) em metros e a força resultante em N/Newton, como uma homenagem a Newton. Cherman e Mendonça (2009, p. 130) explicam que a “constante de gravitação universal”, representada pela letra G, de

0,00000000006674, foi calculada por físicos em 1873, mais de um século após Newton ter conceituado a força de gravidade, usando a “constante de acoplamento”²⁶ a partir dos experimentos de Henry Cavendish (em 1797 e 1798).

Hoje a gravidade é considerada uma das quatro forças fundamentais do Universo; as outras três são: força eletromagnética, força fraca e força forte. A força de gravidade e a força eletromagnética são de longo alcance, agem à distância, enquanto a força fraca e a força forte agem no interior do núcleo atômico.

É importante ressaltar que a concepção sobre gravidade não se encerra em Newton. Einstein, em sua teoria de relatividade geral, mostra que a gravidade “não é uma força entre corpos e sim uma distorção de espaço-tempo, provocada pela presença de matéria e energia” (CHERMAN; MENDONÇA, 2009, p. 172). Einstein traz novos estudos que questionam a gravidade de Newton, mas reconhece a sua importância ao indicar que, para o estudo da gravidade de grandes distâncias, são resultados coerentes. Após Einstein, vêm os estudos da gravitação quântica, que “é a busca da unificação das forças fundamentais e um modelo padrão que faça prescrições *a priori* das propriedades das partículas” (CHERMAN; MENDONÇA, 2009, p. 221). Porém, para este estudo, cheguei até o conceito de gravidade de Newton na Física Clássica.

5.2 Concepções de gravidade em pesquisas com estudantes: domínio ontogenético

Concepções de gravidade de estudantes

Os pesquisadores do programa de perfil conceitual têm empregado como metodologia para a constituição de zonas do domínio ontogenético do perfil conceitual dados empíricos acerca de visões dos estudantes sobre um determinado conceito, coletados em pesquisas. Seguindo essa linha, utilizei como metodologia para a composição e constituição das zonas do domínio ontogenético da matriz epistemológica de gravidade deste estudo, dados empíricos de pesquisas (colhidos

²⁶ Escala padronizada a partir das unidades físicas e Sistema Internacional de Medidas.

em pesquisa bibliográfica) sobre concepções de estudantes acerca do conceito de gravidade que serão dialogados com os outros domínios genéticos.

Na pesquisa bibliográfica, constatei que nas três últimas décadas do século 20 foram realizadas muitas pesquisas em ensino de ciências e sobre o desenvolvimento de conceitos com visões de concepções alternativas, mudança conceitual, modelo mental, obstáculos epistemológicos e ideias de senso comum de estudantes sobre gravidade, campo gravitacional, força e campo de força.

Sepúlveda (2010), mesmo reconhecendo as críticas em relação a essas pesquisas²⁷, acredita que é válido, em estudos de perfis conceituais, recorrer às pesquisas de mudança conceitual e concepções alternativas para a composição do domínio ontogenético:

Os estudos em concepções alternativas e mudança conceitual têm representado uma rica fonte de dados para o estudo da gênese de conceitos centrais das ciências naturais no domínio ontogenético, uma vez que investigam como as ideias sobre estes conceitos evoluem ao longo da história de sujeitos individuais (p. 95).

Inicialmente, busquei estudos sobre concepções de gravidade de crianças, alunos da educação infantil (pré-escola – quatro a seis anos). A não identificação de nenhuma pesquisa com essa especificidade me levou a buscar pesquisas sobre noções de gravidade que envolvessem crianças, alunos do ensino fundamental, no grupo dos sujeitos pesquisados. Identifiquei apenas duas pesquisas: Nardi e Carvalho (1996) e Palmer (*in* COLOMBO JR; SILVA, 2009)²⁸.

A pesquisa de Nardi e Carvalho (1996, p.1) tinha como objetivo “mostrar a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra”. Os sujeitos da pesquisa foram quarenta e cinco estudantes de ensino fundamental e médio de São Paulo, com idades entre seis e dezessete anos de idade. O instrumento da pesquisa foi a entrevista clínica de Piaget, desencadeada a partir de um dispositivo mostrando um astronauta no espaço próximo a uma nave espacial. O protocolo da entrevista, tinha como objetivo principal analisar o conceito

²⁷ “Após ter dominado, quase que hegemonicamente, a pesquisa em ensino de ciências, as investigações sobre concepções alternativas e as estratégias de ensino baseadas na mudança conceitual passaram a sofrer, desde a década de 1990, duras críticas, fundamentadas em argumentos de natureza filosófica e pedagógica” (COBERN, 1991, 1996; MORTIMER, 2000a; EL-HANI; BIZZO, 2002, *apud* SEPÚLVEDA, 2010, p. 95).

²⁸ Os artigos científicos dessas pesquisas não explicitam em detalhes a metodologia utilizada.

de campo de força, visando verificar como o aluno constrói as principais características ou propriedades do conceito e como essas ideias evoluem com a idade. As concepções dos estudantes mostram uma relação estreita entre a evolução das concepções de força gravitacional, espaço e forma da Terra:

- **Noção I** – A Terra não é esférica, é plana e não está no espaço cósmico. A Terra é um plano e os astros estão no “céu”, e o céu é paralelo ao chão²⁹.
- **Noção II** – A Terra é esférica e se encontra no espaço cósmico. As coisas caem para baixo, para um chão imaginário abaixo da Terra. A Terra não é fonte de força de gravidade.
- **Noção III** – A Terra é esférica, um “corpo vazio” e as pessoas vivem no chão (parte inferior interna). O céu é a parte superior interna da Terra, onde estão o astronauta e as estrelas.
- **Noção IV** – A Terra é esférica e os objetos são atraídos na direção do centro da Terra pela gravidade.

O estudo de Palmer (2001, *apud* COLOMBO JUNIOR; SILVA, 2009) envolveu estudantes do ensino fundamental da Austrália (estudantes de escolas primárias e secundárias) e tinha como objetivo identificar as concepções alternativas e as concepções cientificamente aceitáveis sobre gravidade dos alunos e a natureza das possíveis relações entre estas concepções. A metodologia empregada foi a entrevista semiestruturada mediada por gravuras com imagens em nove situações diferentes, como, por exemplo, uma pessoa em um barco e um tijolo jogado para cima. Era solicitado aos estudantes que identificassem em quais situações a gravidade atuava e justificassem as suas escolhas durante a entrevista. Concluíram que as compreensões científicas e alternativas coexistem na estrutura cognitiva dos estudantes (como, aliás, é comum em estudos sobre concepções alternativas). As concepções desse estudo foram as seguintes:

- **Concepção I** – A gravidade age para baixo em objetos caindo.

²⁹ Os estudantes do ensino fundamental pesquisados, com seis a oito anos de idade, apresentaram essa noção.

- **Concepção II** – A gravidade não age em objetos que se estão movendo para cima.
- **Concepção III** – A gravidade age para baixo em objetos parados.
- **Concepção IV** – A gravidade não age em objetos parados.
- **Concepção V** – A gravidade age para cima em objetos que se estão movendo verticalmente para cima.
- **Concepção VI** – A gravidade age para baixo em objetos que se estão movendo verticalmente para cima.
- **Concepção VII** – A gravidade não age em objetos caindo.

Em seguida, busquei pesquisas sobre noções de gravidade que não necessariamente tivessem crianças no grupo de sujeitos pesquisados. **Selecionei** as pesquisas de: Leboeuf e Borges (2002); Watts e Zylbersztajn (1981, apud RADÉ, 2005; COLOMBO JUNIOR e SILVA, 2009); Watts (1982, apud SANTOS, 1996). Os dados dessa pesquisa também desenharam o domínio ontogenético desse estudo³⁰.

A pesquisa de Leboeuf e Borges (2002)³¹ foi realizada com estudantes de escolas públicas e particulares de Belo Horizonte: oito estudantes da 6ª série do ensino fundamental (onze a treze anos); dez estudantes do 3º ano do ensino médio (dezessete a dezenove anos). Com o título “Cai por causa do ar, a gravidade como ação à distância”, essa pesquisa tinha como objetivo analisar as concepções dos estudantes e as possíveis relações entre a compreensão da forma da Terra, da gravidade e da ação à distância.

Nos procedimentos metodológicos foram utilizadas entrevistas individuais, semiestruturadas na sequência: previsão, observação e explicação³².

As entrevistas foram estruturadas numa sequência do tipo previsão, observação e explicação (White e Gunstone, 1993). Neste tipo de estruturação os alunos são levados a fazer previsões sobre eventos relacionados ao objeto desta pesquisa e justificá-las. Em seguida, algum tipo de evidência sobre a produção do evento e sua relação com outros

³⁰ Radé (2005) em sua pesquisa sobre o conceito de força na física – evolução história e perfil conceitual – que apresento a seguir, também utilizou esse estudo para compor o seu domínio ontogenético da matriz epistemológica do perfil conceitual de força.

³¹ Essa pesquisa é parte de um projeto desenvolvido no mestrado em Educação da UFMG (2002).

³² Essa metodologia foi utilizada como referência para a organização das situações investigativas do estudo de caso da minha pesquisa.

aspectos da situação tratada é fornecida ao entrevistado. Caso a sua previsão não se confirme, solicita-se que o entrevistado explique/justifique o desacordo entre previsão e evidência. Este tipo de entrevista é particularmente interessante no estudo de modelos mentais usados pelos estudantes, já que uma das características desses modelos é o seu poder como instrumento para a previsão e explicação (Borges, 1996). A partir da análise destas previsões e explicações apresentadas pelos participantes da pesquisa, podemos obter informações relevantes sobre o entendimento delas sobre o fenômeno observado e sua relação com outros eventos. Isto é, essa análise permite explicitar as características principais dos possíveis modelos que poderiam dar suporte a estas previsões (LEBOEUF E BORGES, 2002, p. 01).

Os dados dessa pesquisa foram analisados de acordo com a concepção de modelo mental, e os modelos de gravidade identificados nos estudantes foram analisados a partir das suas explicações sobre “os porquês da queda (ou não) de objetos” em várias situações, como: dentro de uma nave espacial distante de qualquer planeta; nas proximidades da Terra; acima da atmosfera, na Lua. Nas explicações dos estudantes, Leboeuf e Borges (2002) constataram a estreita relação e a interdependência entre as concepções de ar/atmosfera com a gravidade e propuseram os seguintes modelos:

- **Modelo I** – GRAVIDADE É UMA FORÇA EXERCIDA PELA TERRA E MEDIADA PELO AR – Oito, dos dezesseis estudantes pesquisados, reconhecem a ação da gravidade como força exercida pela Terra e outros planetas, mas a gravidade só funciona na presença do ar/atmosfera (a gravidade precisa do planeta, mas é mediada pelo ar).
- **Modelo II** – GRAVIDADE É UMA FORÇA DO AR – Seis estudantes acreditam que a gravidade é a pressão do ar, uma força feita pelo ar. A presença do ar é a condição imprescindível para a gravidade e não é levado em consideração o planeta. Na hora que acaba o ar a gravidade acaba (a gravidade é uma força exercida pelo ar).
- **Modelo III** – GRAVIDADE COMO “PRESSÃO ATMOSFÉRICA” – Para um estudante, a queda dos corpos é devido à pressão atmosférica, que prende os corpos e só acontece na Terra (a gravidade precisa do planeta + ar).
- **Modelo IV** – GRAVIDADE COMO UM “CAMPO” LIMITADO – Um estudante reconhece a gravidade da Terra e outros planetas, mas acham

que a gravidade/atração atuaria num campo limitado ou área de influência. Não é necessária a presença do ar (a gravidade precisa apenas do planeta).

No estudo de Watts (1982, *in* SANTOS 1996) com estudantes ingleses da escola do ensino fundamental e médio (entre doze e dezessete anos). A metodologia empregada nesse estudo foi a entrevista semiestruturada mediada por seis figuras: um golfista; uma pessoa segurando um balão; um astronauta na Lua; duas lanternas (uma ligada e outra não); um livro sobre uma mesa; uma pessoa sobre uma plataforma de piscina simulando um mergulho³³. Concluiu que, em geral, os estudantes pensam que a gravidade requer um meio para agir; a gravidade requer ar (onde não há ar, não há gravidade); a gravidade aumenta com a altura. Mostra ainda as seguintes concepções sobre gravidade dos estudantes:

- a gravidade precisa de um ‘meio’ para ‘transmitir-se’; que a gravidade é uma ‘força para a frente’ como a ideia do ímpeto;
- os corpos em movimento “tentam vencer a gravidade e falham”, isto é, o movimento dos corpos é ‘forçado’;
- a gravidade atua apenas durante a queda dos corpos, não durante o seu percurso de subida, quando apenas a ‘força para a frente’ ou o ímpeto está em ação;
- a gravidade não é o peso mas pode agir em conjunção com o peso para manter os objetos ‘em baixo’, no seu ‘lugar natural’;
- a gravidade tem a ver mais com a queda dos objetos, enquanto o peso tem a ver com o esforço muscular para levantar objetos;
- a gravidade é seletiva, isto é, não atua sempre da mesma maneira sobre todas as coisas da mesma maneira; desta forma, apenas seriam afetados pela gravidade as substâncias ou partes de um objeto que sugerem ser ‘pesadas’ ou inertes, enquanto que as ‘leves’ ou inativas, não seriam afetadas.

³³ Santos (1996) não explicita os detalhes metodológicos da pesquisa de Watts (1982)

O estudo de Watts e Zylbersztajn (1981, *apud* RADÉ, 2005; COLOMBO JUNIOR e SILVA, 2009) com cento e vinte e cinco estudantes ingleses com quatorze anos de idade. A metodologia foi um questionário com 12 questões de múltipla escolha: um conjunto de perguntas sobre “força e movimento e força de ação e reação e movimento”; e outro conjunto sobre “noções de força de gravidade”³⁴. A maioria dos estudantes conceitua a gravidade pelo senso comum:

- Gravidade como algo que tende a puxar para baixo.
- Gravidade como força que atua sobre os corpos para que as pessoas fiquem em pé.

Concepções de gravidade em estudos do perfil conceitual de força e massa

Não foi identificada nenhuma pesquisa, especificamente, sobre perfil conceitual de gravidade. No entanto, encontrei concepções de estudantes sobre a gravidade em estudos de perfis conceituais.

O estudo de Radé (2005)³⁵ sobre perfil conceitual do conceito de força: “O conceito de força na Física – evolução histórica e perfil conceitual” e o estudo de Santos e Doménech-Carbó (2005): “Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de massa”. Considerei importante aproveitar os dados dessas pesquisas para modelar o domínio ontogenético do meu estudo e poder dialogar com os outros domínios e, particularmente, dialogar essas concepções, internamente, com os outros dados desse domínio genético pelo fato de serem estudos de perfis conceituais utilizando também a abordagem de perfis conceituais criada por Mortimer (1995, 2000).

O estudo de perfis conceituais³⁶ de Radé (2005) modelou um perfil conceitual para o conceito de força. Como metodologia para construção do perfil, fez um levantamento bibliográfico que possibilitou a modelagem da matriz

³⁴ Colombo Junior e Silva (2009) não explicitam a metodologia utilizada nessa pesquisa.

³⁵ Dissertação sob a orientação de Renato Pires dos Santos, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Canoas, 2005.

³⁶ Segundo Mortimer (2000).

epistemológica com diferentes noções de força³⁷: visão histórico-epistemológica do conceito de força, desenvolvida por Jammer (1957) desde a Antiguidade até a Contemporaneidade; visão psicogenética desenvolvimental segundo a pesquisa de Piaget *et al.* com crianças (1973)³⁸, mostrando a noção do conceito de força de crianças em diferentes idades, sob o ponto de vista psicogenético-epistemológico; etapas do desenvolvimento psicogenético-histórico de força, segundo Piaget e Garcia (2011)³⁹, mostrando a comparação entre o mecanismo cognitivo do desenvolvimento do conceito de força das crianças e da evolução científica desse conceito de Aristóteles a Newton; concepções alternativas e newtonianas de alunos, analisadas em diversos trabalhos de pesquisa na área e concepções newtonianas.

Para constituir as zonas do domínio microgenético perfil conceitual de força, foi realizada uma investigação com alunos da disciplina de Física I oferecida em várias licenciaturas da Ulbra, Campus de Canoas/RS. Como metodologia, foi aplicado um teste com questões fechadas e abertas, com o objetivo de conhecer as concepções dos estudantes sobre o conceito de força relacionadas ao seu cotidiano.

Como resultado, Radé (2005, p.129) identificou oito categorias de forma expandida:

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, 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,

³⁷ O quadro da matriz epistemológica do conceito de massa está em anexo.

³⁸ PIAGET, JEAN *et al.* *La formation de la notion de force*. Études d'épistémologie génétique XXIX. Paris: PUF. 1973.

³⁹ PIAGET, Jean & GARCIA, Rolando. *Psicogênese e história das ciências*. Tradução de Giselle Unti. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

codirecional à força e a ação à 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.

Essas oito categorias puderam ser sintetizadas em oito zonas:

- **Zona I** – Noção primitiva de força.
- **Zona II** – Noção de força centrada em atributos.
- **Zona III** – Noção substancialista de força.
- **Zona IV** – Noção do “Impetus”.
- **Zona V** – Noção de força na mecânica clássica (Força de Gravidade de Newton).
- **Zona VI** – Noção de forças na mecânica quântica.
- **Zona VII** – Noção de força na relatividade especial.
- **Zona VIII** – Noção de força como curvatura no espaço.

Nas considerações finais, Radé (2005) ressalta que a noção de força está presente no cotidiano dos alunos, em especial, as noções de força como esforço, trabalho, energia, potência. Concorda com Mortimer (2000) que é muito importante, para o processo de ensino-aprendizagem, o estudante tomar consciência de seu próprio perfil conceitual, entendendo os vários significados que ele atribui a um conceito.

O estudo de perfis conceituais⁴⁰ de Santos e Doménech-Carbó (2004) modelou uma proposta de perfil conceitual para o conceito de massa. Apesar de não ser um estudo especificamente sobre força de gravidade, o conceito de massa é constitutivo do conceito de gravidade, lembrando que a lei da Gravitação Universal de Newton, afirma que dois corpos quaisquer atraem-se mutuamente com intensidade proporcional ao produto de suas massas e ao inverso do quadrado da distância que os separa. Desta forma, o peso de um objeto – sua atração pela Terra – é proporcional à sua massa.

⁴⁰ Segundo Mortimer (2000).

Considerando ainda que o conceito de massa pode ser entendido como massa gravitacional; como medida da quantidade de matéria em um corpo; como uma medida da resistência da massa inercial, $F = ma$, ou seja, a força peso expressa por um produto entre a ação da gravidade e uma 'massa gravitacional'.

O peso é uma força decorrente da atração gravitacional, dirigida para o centro da Terra. A maior parte dos físicos interpreta Newtonianamente o peso como a força com que um corpo é atraído para outro, com uma intensidade dada pela Teoria da Gravitação de Newton como proporcional ao produto das duas massas (gravitacionais) e ao inverso do quadrado da distância que as separa (SANTOS; CARBÓ, 2004, p. 3).

Como metodologia para a modelagem da matriz epistemológica do conceito de massa eles recorreram à pesquisa bibliográfica sobre a evolução histórica e visões epistemológicas e ontológicas conceito físico de massa.

[...] buscamos subsídios na literatura existente sobre conceitos alternativos e na história da Física. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica da literatura acumulada sobre concepções alternativas referentes ao conceito físicos de massa, seguida de análise psicogenética dessas concepções, visando identificar as categorias epistemológicas e ontológicas do perfil conceitual desse conceito e as correspondentes mudanças ontológicas e Epistemológicas (SANTOS; CARBÓ, 2004, p.2).

Para mostrar a evolução histórica e visões epistemológicas utilizaram as categorias epistemológicas (visões filosóficas do conceito de massa), segundo Bachelard; a abordagem histórica do conceito de massa, segundo Jammer; categorias psicogenéticas de peso e massa, segundo Piaget & Garcia. E para a visão ontológica do conceito de massa eles usaram as cinco categorias do conceito de massa proposta por Doménech-Carbó et. al. (1993, *in* SANTOS; Doménech-Carbó, 2004, p.6).) a partir em um estudo realizado com 478 estudantes, de 16 a 18 anos, de 15 turmas de primeiro ao terceiro ano secundários na Espanha.

Esses pesquisadores organizaram as diferentes concepções de massa dos estudantes em cinco categorias:

- **Representação ontológica:** matéria, propriedade geral da matéria, centrada na definição de quantidade de matéria, pré-teórica, sem relação com referencial teórico;
- **Representação funcional:** algo que um corpo tem (peso ou inércia), sua medida sob um conjunto definido de condições, incluída num referencial teórico;
- **Representação translacional:** identificação de massa com outras quantidades: o volume ou densidade (matéria) e o peso (gravitacional);
- **Representação relacional:** definições relacionais entre quantidades, numa rede de conceitos e leis: razão força/aceleração (inercial), produto densidade volume (matéria) e razão peso/gravidade (gravitacional);
- **Representação operacional:** definição formulada em termos de operações explícitas: através de balança (gravitacional) e através de balança inercial (inercial).

Com as diferentes visões epistemológicas e ontológicas do conceito de massa foi desenhada a matriz epistemológica de massa⁴¹. Da composição dessa matriz foram propostas cinco zonas do perfil conceitual de massa:

- Zona I: noção vaga, sensorial, indiferenciada de volume, pré-teórica, sem relação com referencial teórico, indistinta de peso; peso como propriedade geral da matéria, usado também como medida grosseira de quantidade de matéria, embora como quantidade não conservada;
- Zona II: início da distinção entre peso e massa; massa como conceito realista, mais empírico que lógico, medida pela balança, medida da quantidade de matéria; identificação de massa com outras quantidades; inércia, impetus, calor, frio e *secura* proporcionais ao peso ou à quantidade de matéria; falsas relações entre o peso do corpo e seu tempo de queda;
- Zona III: massa distinta de peso mas proporcional a este e fonte do fluxo de força gravitacional; massa definida em termos da densidade e

⁴¹ O quadro matriz epistemológica do conceito de massa está em anexo.

correlacionada à força e à aceleração; definições relacionais entre grandezas massa, peso, força e aceleração, estruturadas num “sistema nocional”;

- Zona IV: massa relativística, não mais absoluta mas dependente da velocidade, congênera a energia;
- Zona V: massa dualista na Mecânica Quântica Relativística, com a antimatéria;
- Zona VI: massa como singularidade na métrica do espaço-tempo, relacionada à curvatura do espaço e definida a partir dos tensores momento-energia e de curvatura; massa inercial igual à massa gravitacional.

A fase final dos dois estudos de perfis apresentados foi a aplicação do perfil conceitual com estudantes. Ambos validaram a suas propostas de perfil conceitual de conformidade com o estabelecido na metodologia dos seus estudos.

A última etapa da pesquisa de Santos e Doménech Carbó (2004) foi a aplicação do perfil de conceitual de massa, através de um “teste”, com alunos (trinta e quatro estudantes) de Física.⁴² O objetivo desse “teste” era estimular a compreensão dos estudantes sobre experiências do cotidiano e as suas representações do conceito de massa.

Tanto Radé (2005) como Santos e Doménech Carbó (2004) reconhecem a importância dos perfis conceituais construídos em seus estudos no ensino de física. Santos e Doménech Carbó (2004, p. 18) ressaltaram a relevância dos perfis conceituais no ensino de Ciências:

Vale lembrar Mortimer (1995) que “a tomada de consciência, pelo estudante, de seu próprio perfil conceitual, dos vários significados que ele mesmo atribui à palavra em diferentes contextos, desempenha um papel importante no processo de ensino-aprendizagem”.

⁴² Disciplina comum ao primeiro ano de várias licenciaturas (principalmente engenharias) da ULBRA, campus de Canoas.

5.3 Concepções do conceito de gravidade de crianças de quatro e cinco anos de idade: domínio microgenético

“Toda compreensão da fala viva, do enunciado vivo é de natureza ativamente responsiva (embora o grau desse ativismo seja bastante diverso); toda compreensão é prenhe de resposta, e nessa ou naquela forma a gera obrigatoriamente: o ouvinte se torna falante” (BAKHTIN, 2010, p. 271).

No capítulo quatro foi descrito o estudo de caso de natureza exploratória realizado com oito crianças com idades de quatro a cinco anos de idade, para apreensão do conceito de gravidade e compor o domínio microgenético da matriz conceitual deste estudo. Considerando a linguagem como um meio de comunicação social, de enunciação e compreensão de sentidos, apresento, neste item, as análises dos enunciados das crianças sobre por que as coisas caem, significando as suas concepções de gravidade.

Os discursos de cada criança sobre por que as coisas caem (implicitamente pensando sobre gravidade) aconteceram no contexto dialógico das situações investigativas I, II e III descritas no quarto capítulo⁴³. A proposição dessas situações investigativas foi apreender a diversidade e a heterogeneidade dos discursos conceituais de gravidade, de cada criança, para a individuação de zonas do perfil conceitual de gravidade.

Nas análises dos enunciados das crianças considere a visão que Bakhtin tem do pesquisador como entendedor, como participante do diálogo, mesmo em um “nível especial”, em função do seu papel.

[...] o entendedor (inclusive o pesquisador) se torna participante do diálogo ainda que seja em um nível especial (em função da tendência da interpretação e da pesquisa). [...] o entendedor se torna inevitavelmente um terceiro no diálogo, entretanto a posição dialógica desse terceiro é uma posição absolutamente específica. [...] Cada diálogo ocorre como que no fundo de uma compreensão responsiva de um terceiro invisivelmente presente, situado acima de todos os participantes do diálogo (parceiros) (BAKHTIN, 2010, p. 332-333).

⁴³ Veja como ocorreram essas atividades no item 4.2 “Estudo de caso: singularidade deste estudo”.

A constituição das zonas deu-se em jogo dialógico com as visões epistemológicas da história do conceito de gravidade, assim como as visões ontológicas de gravidade apreendidas em pesquisas com estudantes expostas no domínio sociocultural e no domínio ontogenético respectivamente. Nesse contexto dialógico todas as falas das crianças foram refletidas, compreendendo também que “as crianças vivem as suas diferentes infâncias imersas em práticas sociais, das quais participam e através das quais, de diversas maneiras e posições, apropriam-se de conhecimentos [...]” (CRUZ *in* SOUZA 2010, p. 11).

Nesse contexto dialógico o pensamento conceitual de gravidade das crianças foi organizado em cinco zonas expandidas⁴⁴: categoria I – as coisas caem devido a características intrínsecas do corpo; categoria II – as coisas caem devido às ações que o corpo realiza; categoria III – as coisas caem devido às características intrínsecas do meio no qual o corpo se encontra; categoria IV – as coisas caem devido à supressão de ação externa sobre o corpo; categoria V – as coisas caem devido à composição de ações. A seguir apresento a individuação dessas categorias.

CATEGORIA I – As coisas caem devido a características intrínsecas do corpo

Analisando as falas das crianças no contexto dos seus enunciados, compõem esta categoria as explicações de que as coisas caem devido às características do próprio corpo, ou seja, a gravidade como qualidade inata dos corpos. As oito crianças estudadas, as quatro do Grupo A e as quatro do Grupo B, afirmaram que os corpos caem devido às suas características internas.

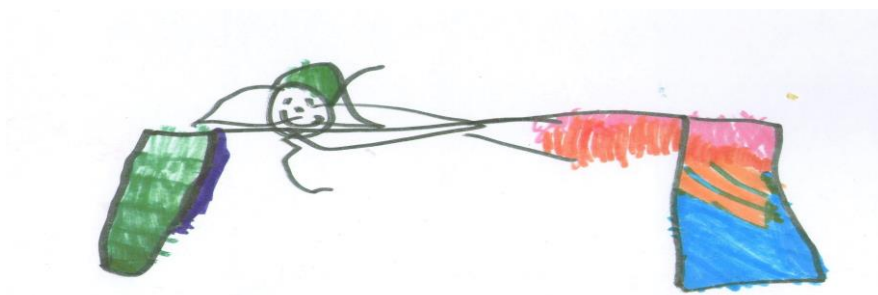
LUA, GEO e LUC⁴⁵ (Grupo A) afirmaram que o peso provoca a queda das coisas. Na apresentação do desenho da situação investigativa I, **LUA** diz que o elefante cai do céu: “porque ele é pesado”. No momento da explicação da queda do meteoro (situação investigativa II/C) **LUA** novamente refere-se ao peso dos corpos

⁴⁴ Os pesquisadores de perfis conceituais têm usado as terminologias categoria e/ou zonas com o mesmo significado.

⁴⁵ Já foi explicitado no quarto capítulo (seção 4.3 “Passo a passo do estudo de caso”) que para resguardar a identidade das crianças participantes da pesquisa, cada uma recebeu um nome fictício. Lembrando que as crianças do Grupo A foram denominadas de: LUA, GEO, LUC, FEL, e as do Grupo B de: LEB, SOF, OIV, NAY.

como a causa da queda: “as coisas caem porque são pesadas, aí caem muito rápido”. Neste caso, o peso como atributo do corpo aumenta a velocidade da queda: quanto maior o peso, maior a velocidade.

Também no momento da explicação da queda do meteoro (situação investigativa II/C) **GEO** fala que o meteoro caiu “porque ele é pesado” e que as coisas caem “porque são pesadas e são grandes”. Grande, possivelmente, é um atributo indireto, que indica o peso (grande associado a pesado; maior tamanho indica maior peso). Na entrevista individual, refletindo sobre o seu desenho da situação investigativa I, uma boneca em cima da mesa caindo, esclarece que a boneca caiu da mesa “porque ela tava pesada”.



Desenho de **GEO** (Grupo A): uma boneca caindo da mesa porque é pesada.

GEO esclarece que “coisas duras caem, coisas moles, bem moles não cai”. Para essa criança, algumas características das coisas causam a sua queda e outras características não: pesada, dura e grande faz o corpo cair, enquanto mole e bem mole, não.

Na situação investigativa I (situação A e B) **LUC** diz que o bloco caiu quando ele soltou “porque ele não tem asas, se ele tivesse asas ele não caía, mas ele não tem asas e caiu, pum!” (fala encenando a queda com o braço). Diz também que o bloco caiu quando ele jogou para cima “porque não tem pena e asa” e que coisas leves e pesadas caem também porque não tem asas. Esclarece que pato, galinha e galo não caem porque tem asa e pena: “a pena ajuda a galinha a voar” [...] “Olha, na vovó Rosinha, tinha um galo muito danado, ele voava pra cima dos telhados das casas, aí minha avó cortou as penas dele tudinho, e ele não voou mais”.

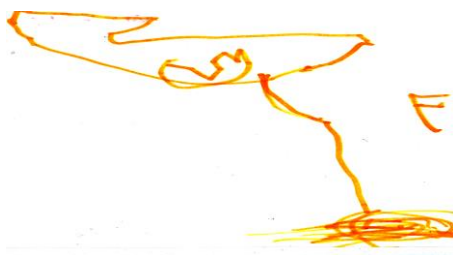
Na entrevista individual reafirma que o bloco caiu “porque não tem asa” [...] “porque não tem asa, nem pena, nem é esmagado” e que as coisas caem “porque não tem ar, pena, nem corda, nem é esmagado”. Explica que as coisas caem “por

causa da gravidade” e que o bloco também caiu por causa da gravidade: “agora a gravidade dele é diferente, a gravidade dele é porque é pesado e não tinha asa”.

Nas explicações da situação investigativa II/D **LUC** diz que o meteoro caiu na Terra porque “a gravidade dele é muito pesada, ele era cheio de coisa, aí ele foi descendo e quando ele pegou fogo, ele ficou mais rápido e explodiu na Terra”. Quando explicou a queda do meteoro esclareceu que o meteoro é pesado “porque ele é cheio de água dentro, ele tem água e baleias, e peixes e ostras dentro dele, aí, ele vem em direção a Terra e passa pela Lua e depois vem veloz para destruir a Terra, na parte central da Terra”. **LUC** explica a queda do astronauta na entrevista individual: “porque ele tava sem ar”.

FEL também se refere presença do ar como a causa da queda do meteoro: “porque ele tava com ar”, mas na entrevista individual diz que é a ausência do ar que causa a queda do meteoro: “porque ele não tem ar”. Diz ainda que o meteoro caiu “porque ele não tem asas” e que “elefante cai porque não tem asa”. Explica que o bloco caiu quando ele soltou (situação A) “porque não tem asa” e que todas as coisas caem “porque não tem asa”.

Quando jogou o bloco para cima (situação B) reafirma que o bloco caiu “porque não tem pena e asa” e na representação gráfica da situação investigativa II desenha um meteoro caindo na Terra “porque não tem asa”.



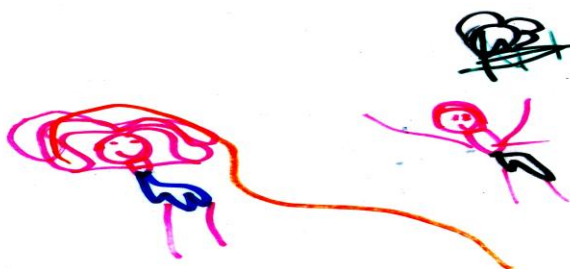
Desenho de **FEL** (Grupo A): um meteoro (acima) caindo na Terra porque não tem asa. O traço, que liga o meteoro a Terra, mostra o movimento da queda.

A explicação, de que as coisas caem porque não têm asas aparece também nos discursos das outras crianças do Grupo A. **LUA e GEO**, quando esclareceram a queda do bloco na situação investigativa I (situação A e B), afirmaram que o bloco caiu, quando elas o soltaram, “porque não tem asas”.

Para as quatro crianças do Grupo A, é consensual que, para um corpo se manter no ar ou no espaço, é preciso ser dotado de asas para poder voar e não cair. É interessante notar que, embora nesse momento não se refiram a isso diretamente, é possível pensar que a ideia de movimento (voo) está implícita na referência às asas e penas das aves.

As crianças do Grupo B também apresentam como causa da queda dos corpos, características consideradas como internas do corpo. **SOF** diz que o bloco caiu (situação investigativa I/A) “porque ele não tem ar” e na entrevista individual ressalta que a nuvem, o sol, a lua e as árvores não caem “porque são feitas pra não cair”. **NAY** também confirma que são as características internas dos corpos que causam a sua queda ao explicar que o bloco caiu “por causa que a gente abriu a mão, esticou o braço, abriu e ele caiu, mas ele caiu sabe porque? É porque ele não tem reflexo [...] “porque ele não tem forças pra colar aqui na mão”(fala apontando para a palma da mão). Após lançar o bloco para cima (situação investigativa I/B) diz que o bloco caiu “de uma só vez no chão porque ele não prega”, ou seja, não ter ar, não ter reflexo e “não ser feito” para pregar como característica interna do bloco, causam a sua queda.

LEB se refere também à falta de reflexo para explicar sobre a queda do meteoro (situação investigativa II/C) esclarecendo que o meteoro caiu na Terra “porque ele foi lá no céu, mas cai porque não tem reflexo”. Na representação gráfica da situação investigativa I **LEB** apresenta o desenho de um baile: “uma pessoa com braço pra cima, aí joga uma rosa pra cima e a rosa cai”. Explica que a flor do seu desenho caiu porque as coisas não seguram, não grudam e na entrevista individual, elucida que a rosa caiu “porque as coisas não seguram quando a gente joga pro ar”. Ou seja, são as características das coisas que causa a queda.



Desenho **LEB** (Grupo B): uma princesa, um príncipe e uma rosa. A situação é um baile onde o príncipe joga uma rosa para cima e a rosa está caindo no chão porque não segura no ar.

Na situação investigativa I (situação B) **OIV** afirma que o bloco caiu quando o lançou para cima “porque não tem ímã” e na entrevista individual esclarece que o bloco caiu quando ele o lançou porque o bloco não tem ímã para pregar na luminária que estava no teto: “porque essa coisa parece um ímã de metal”. Diz também que o bloco caiu “porque ele não tem vento para poder girar e não cair” e que o meteoro caiu “porque ele não tinha um reflexo, uma coisa que prega”. E ressalta que as coisas caem “porque um monte de coisas que não pregam cai”.

Resumindo as conceitualizações de gravidade nessa categoria I – as coisas caem devido a características intrínsecas do corpo: três crianças do Grupo A citaram como causa da queda o peso do corpo. E, tanto as quatro crianças do Grupo A como as quatro do grupo B, citaram como características do corpo que causa a queda, particularidades que o corpo não tem: as crianças do Grupo A citaram não ter asa e as crianças do Grupo B citaram como características: não ter ar, não ter vento, não ter ímã, não ter reflexo, não ter força, não pregar, não segurar, não grudar.

CATEGORIA II – As coisas caem devido às ações que o corpo realiza

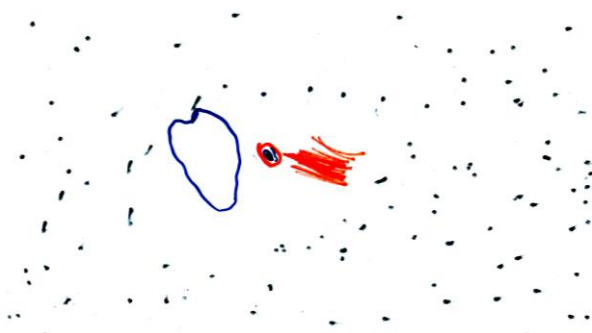
As conceitualizações das crianças nesta categoria mostram que as coisas caem devido às ações que o corpo realiza, ou seja, a gravidade como ação do próprio corpo. Quatro crianças (duas do Grupo B e duas do Grupo A) explicam que as coisas caem centradas nas ações do corpo.

SOF (Grupo B), na entrevista individual, diz que o meteoro “caiu porque ele voa”, nesse contexto voar, é “voo-queda”.



Desenho de **SOF** (Grupo B).
Da esquerda para direita: o meteoro caindo porque voa (astronauta, Sol e a Terra).
Os “pontinhos” são estrelas circulando no espaço.

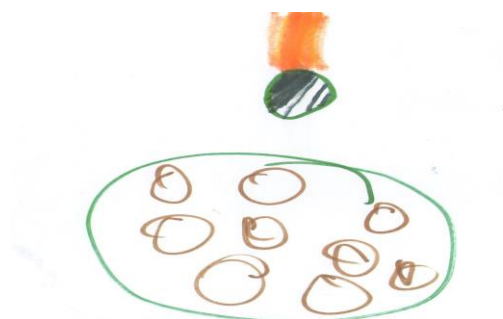
Na entrevista individual **LEB** (Grupo B) afirma que o meteoro caiu na Terra “porque ele é muito rápido, muito veloz” e “não dá para coisa nenhuma segurá-lo”.



Desenho de **LEB** (Grupo B): meteoro em “chamas” caindo na Terra (forma arredondada azul). Os pontos são estrelas no espaço.

As duas crianças do Grupo A também se referem à rapidez do corpo como causa da queda. **LUC**, na situação investigativa I, antes de assistir ao vídeo do meteoro, diz que o “meteoro cai porque ele tem uma velocidade de fogo que vai atrás dele”.

GEO explica que o bloco caiu (situação A da situação investigativa I) “porque ele rolou, rodou assim, bem rápido” (fala gesticulando com os braços para mostrar a ação/movimento da queda do bloco). Em seguida, na situação B, diz que o bloco caiu “porque quando uma coisa rola, cai” (também gesticula “rodando” as mãos para mostrar a ação do bloco caindo, o movimento da queda do bloco de cima para baixo). **GEO** na representação da Situação Investigativa II apresenta o seu desenho de um meteoro caindo e, explica que o meteoro “está caindo porque não estava conseguindo voar”.



Desenho de **GEO** (Grupo A): o meteoro (acima) caindo na Terra.

Essa criança está confundindo a causa da queda com o efeito da queda: cai porque rolou e porque não voou. Essa “confusão” é peculiar nessa idade (cinco

anos), um predicado do pensamento conceitual intuitivo, segundo Piaget (2011) e Wallon (1989).

Resumindo as conceitualizações de gravidade nessa categoria II – as coisas caem devido às ações que o corpo realiza: as quatro crianças afirmam que as coisas caem devido às ações que o corpo realiza: voar, rolar, rodar rápido, ser veloz, ou ainda ações que o corpo não realiza: não voar (notando que não voar causa queda para essa criança do Grupo A e voar causa também a queda para outra criança do Grupo A).

CATEGORIA III – As coisas caem devido às características intrínsecas do meio no qual o corpo se encontra

Nessa categoria, estão os discursos das crianças, de que as coisas caem devido às características intrínsecas do meio no qual o corpo se encontra, ou seja, a gravidade é uma consequência das qualidades inerentes do meio onde o corpo se encontra. Cinco crianças, quatro do Grupo A e uma criança do Grupo B afirmaram que os corpos caem devido às características do meio onde o corpo se encontra.

O vento e o ar são citados pelas crianças, tanto como características dos corpos, como características do meio onde o corpo se encontra e provoca a queda.

Na entrevista individual, **SOF**, do Grupo B, explicou que o meteoro caiu “porque lá no espaço tem vento” e **GEO** do Grupo A diz que as folhas caem “porque o vento é forte” [...] “o vento quando voa, a folha cai, cai sim!”.

No momento da representação gráfica da atividade investigativa I, **LUC** e **FEL** dizem que a princípio elefante não cai, mas se o elefante estiver no céu ele cai sim. As demais crianças, **GEO** e **LUA**, concordam, ou seja, todas as crianças do Grupo A concordam que se o elefante estiver no céu cai porque está no céu. Na entrevista individual, **FEL** explicou que “as coisas do céu caem”, enquanto “as coisas acima do céu não caem”.



Desenho de **FEL** (Grupo A).
Da esquerda para direita: uma girafa, um cavalo e um elefante caindo do céu.

Na entrevista individual, **LUC** diz que “no céu as coisas caem porque não tem flutuação”. Explica que “o céu é nuvem, é azul, é mais baixo que o espaço”. Esclarece ainda que o espaço fica acima do céu: “no espaço, as coisas flutuam: estrelas, cometas, astronautas, foguetes e também planetas. Tem a Terra, tem planetas perto do outro e planetas longe”.

LUC já me havia explicado, após assistir ao vídeo do astronauta, que no espaço as coisas não caem: “No espaço não caem porque tem flutuação [...] tudo no espaço flutua, até comida flutua no espaço, tudo fica flutuando no espaço. Qualquer coisa que vai pro espaço flutua e não para de flutuar [...] Espaço é flutuar”.

Resumindo as conceitualizações de gravidade nessa categoria III – as coisas caem devido às características intrínsecas do meio no qual o corpo se encontra: para as quatro crianças do Grupo A as coisas que estão no céu caem porque o meio/céu não sustenta as coisas, porque o meio/céu não tem flutuação. Para uma criança do Grupo A e uma do Grupo B as coisas caem porque o meio tem vento.

CATEGORIA IV – As coisas caem devido à supressão de ação externa sobre o corpo

Compõem esta categoria as explicações das crianças de que os corpos caem devido à supressão de uma ação externa sobre o corpo, ou seja, a gravidade é decorrência da supressão de ação externa sobre o corpo. A partir das análises dos enunciados, identificamos que sete crianças das oito estudadas (quatro do Grupo B e três do Grupo A), apresentaram esse raciocínio nos seus discursos.

NAY, do Grupo B, explica por que o bloco caiu: “por causa que a gente abriu a mão”. No momento do desenho da situação investigativa I, desenhou uma bola e uma roupa caindo e esclareceu que objetos estavam caindo porque “uma pessoa jogou e elas caíram”.



Desenho de **NAY** (Grupo B).

Da esquerda para a direita: uma roupa (azul) e uma bola (amarela) caindo porque alguém jogou. Essas linhas paralelas mostram o movimento da queda dos objetos. Ilustra o seu desenho com o Sol (acima) e crianças brincando (abaixo).

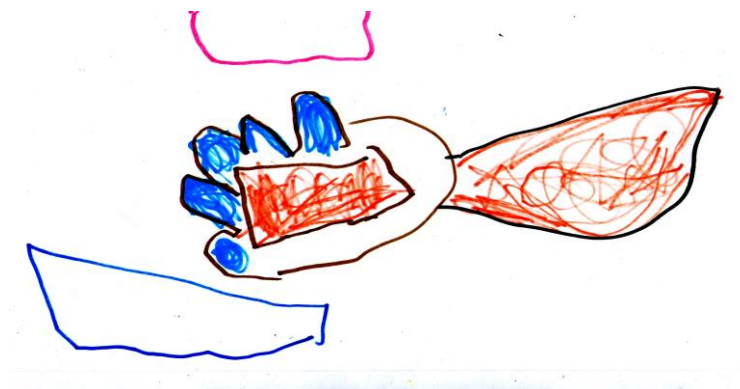
Seguindo esse raciocínio de supressão de ação externa como o motivo da queda, **SOF** (Grupo B), na situação investigativa I (situação A), explica a queda do bloco, depois de soltá-lo: “é porque a gente soltou da mão [...] quando a gente tem uma coisa na mão aí quando a gente solta, ele cai”. Quando apresentou seu desenho de coisas caindo (situação investigativa I) mostra o desenho dela mesma soltando o bloco e explica que o bloco caiu “porque a gente jogou”.



Desenho de **SOF** (Grupo B): ela soltando um bloco (o movimento da queda do bloco representado por dois círculos), as outras três crianças do seu grupo sentadas e a pesquisadora de óculos. Ilustra com o Sol e as nuvens.

SOF esclarece ainda que “quando a gente joga um balão, ele cai”, as coisas caem “porque a gente solta de uma vez” e fala que vestido, óculos e lente caem quando a gente solta. Com o mesmo raciocínio, **SOF** esclarece a queda do bloco após lançá-lo (situação B): “é porque a gente rebolou e ele caiu [...] as coisas que não caem é que prega”. Na entrevista individual, confirma que o bloco caiu “porque soltou a mão”.

OIV, outra criança do Grupo B, disse que o bloco caiu quando ele soltou “porque a mão deixou e ele caiu sozinho”. O desenho de **OIV** mostra a sua mão com o bloco, acima está o bloco que ele jogou para cima e embaixo está o bloco que ele soltou, e nas duas situações o bloco caiu no chão porque ele soltou da mão.



Desenho do **OIV** (Grupo B): uma mão com o bloco, acima o bloco lançado, abaixo o bloco que foi solto da mão.

Continuando com as análises dos discursos das crianças do Grupo B **LEB** explica que quando abriu a sua mão o bloco caiu “porque quando a gente solta ele cai” (falou gesticulando os braços para mostrar a queda vertical do bloco, da sua mão para o chão). Esclareceu ainda que “não existe do bloco ficar aqui” na mão quando a gente solta (diz apontando para a palma da mão). Em seguida, na previsão da situação B, **LEB** deduz que se algo não segurar o bloco ao ser lançado para cima, ele cai: “vai cair, mas se segurar, não cai”. Diz ainda que o bloco, jogado para cima, caiu “porque a gente jogou ele” e quando indago sobre a causa da queda do meteoro, esclarece que o meteoro caiu “porque não tinha nenhum astronauta pra segurar o meteoro”.

No momento do desenho da situação investigativa I, **LEB** apresenta um desenho de dois copos caindo “porque duas pessoas soltaram”.



Desenho I de **LEB** (Grupo B): dois copos caindo no chão, porque duas pessoas soltaram.

As três crianças do Grupo A apresentaram discursos semelhantes para explicar por que as coisas caem. Após soltar o bloco (situação investigativa I: situação A) **GEO** afirmou que as coisas caem “porque quando a gente joga, cai” e, na entrevista individual, dá várias explicações para justificar a queda do bloco: “porque a gente abriu a mão”; “porque a gente soltou”; “porque quando a pessoa empurra, ele também cai”. Na entrevista individual **FEL** diz que o bloco caiu porque soltou da mão, também na entrevista individual **LUC** explica que o meteoro caiu “porque ele não tinha o fogo do outro lado dele pra puxar ele pra trás” (fogo/propulsão).

Na explicação da situação investigativa I/A **LUC** diz que a folha cai “quando o vento bate muito forte ele derruba um montão de folha” e no momento das explicações sobre o vídeo do astronauta (situação II/D), **LUC** diz que o astronauta cai na Terra “porque não tem nada pra puxar ele pra trás, se ele tivesse fogo do outro lado dele, ele se puxaria pra trás, quando ele tá longe da Terra, ele tem um fogo invisível, que o fogo invisível dele é muito fraco e o fogo de verdade dele é forte”.

Resumindo as conceitualizações de gravidade nessa categoria IV – as coisas caem devido à supressão de ação externa sobre o corpo: para as crianças do Grupo B as coisas caem porque abriu a mão, porque a mão deixou, porque jogou, soltou, rebolou, porque não tem algo para segurar; para as crianças do Grupo A as coisas caem porque jogou, soltou, empurrou, abriu a mão, porque não tem algo para puxar.

CATEGORIA V – As coisas caem devido à composição de ações

Compõem esta categoria as conceitualizações das crianças de que os corpos caem devido à composição de ações, ou seja, a gravidade é um intercâmbio de ações. Três crianças, das oito entrevistadas, duas do Grupo B e uma do Grupo A, mostraram essa concepção.

NAY, do Grupo B, ao assistir ao vídeo do meteoro, comenta: “Um meteoro! É um meteoro caindo na Terra!”. E faz um barulho da explosão com a boca: “pow!”. No momento da explicação, diz que o meteoro estava caindo na Terra “porque o meteoro tem um reflexo que se encontra, porque um pedaço bem pequenininho ficou no espaço pra bater no meteoro, sair fogo pra ele ir lá pra Terra”. Na entrevista individual, peço para essa criança explicar o que é “reflexo”: “Também é uma força”. Pergunto: “E o que é uma força?”: “É isso” e me mostra sua mão fechada empurrando a outra mão para cima, sem tocar uma na outra (ação e reação). Analisando o discurso de **NAY** entendo que a causa da queda do meteoro foi a composição de duas ações: o reflexo/força do meteoro que bateu em um corpo no espaço, ou seja, um choque do meteoro com outro corpo.

OIV, também do Grupo B, no momento da entrevista individual, disse que o astronauta vai cair na Terra, mas “o astronauta vai cair bem devagarzinho”, explicou que a queda acontece devagar “porque as estrelas ficam pregando com o ferro... e elas vão baixando o astronauta devagar”. Esclarece que vai ter um momento em que a “força” das estrelas não sustentará o astronauta e ele vai cair na Terra, fala mostrando uma mão querendo sustentar a outra mão, sem tocar uma na outra.



Desenho de **OIV** (Grupo B): um astronauta no espaço caindo devagar.

LUC, do Grupo A, na situação investigativa II/B, explica que meteoro vai cair” na Terra que “o meteoro pegou fogo” e “explodiu sim, quando o meteoro fica perto da Terra, tipo uma bola de fogo, depois explode”. Na entrevista individual, afirma que o meteoro caiu “porque quando ele tá na atmosfera, ele pega uma capacidade de fogo e atinge a Terra [...] caiu porque ele bateu na Terra e se quebrou, porque tava na atmosfera de fogo e bateu na terra, se a atmosfera fosse do outro lado, ele puxaria pra trás”.

Resumindo as conceitualizações de gravidade nessa categoria V – as coisas caem devido à composição de ações: para as duas crianças do Grupo B o meteoro caiu porque o reflexo/força se encontra, porque bateu e explodiu e o astronauta caiu a força das estrelas não o sustentam. Para a criança do Grupo A, o meteoro caiu porque pega uma capacidade de fogo e porque ele bateu na Terra.

Estas cinco categorias (zonas expandidas) que modelaram as concepções das crianças sobre o conceito de gravidade, irão compor o domínio microgenético da matriz epistemológica do perfil conceitual do conceito de gravidade deste estudo que apresento a seguir.

5.4 Desenho da matriz epistemológica do conceito de gravidade

Os dados da pesquisa bibliográfica sobre a história do conceito de gravidade, as concepções de gravidade de estudantes copiladas em pesquisas e as compreensões de gravidade das crianças apreendidas no estudo de caso, apresentadas ao longo deste capítulo, foram analisados e dialogados para a composição do domínio sociocultural, ontogenético e microgenético, respectivamente, desta matriz epistemológica do perfil conceitual de gravidade com o objetivo de modelar as várias zonas que desenham as conceitualizações de gravidade.

As zonas do perfil conceitual não são equivalentes a diferentes significados tornados estáveis socialmente atribuídos ao conceito, mas a modos de pensar, ou contextos epistemológicos e discursivos em que estes significados emergem e são estabilizados. Assim, o compartilhamento de compromissos entre as zonas é coerente com o caráter dinâmico do modelo de perfis conceituais, que, além de modelar a heterogeneidade do pensamento verbal, pretende modelar os processos de gênese destes modos de pensar e falar sobre um conceito em determinados contextos sociais de produção de conhecimento (SEPÚLVEDA, 2010, p. 183).

A evolução da história do conceito de gravidade foi o parâmetro para o desenho da matriz epistemológica do perfil conceitual de gravidade, e as zonas que compõem os domínios dessa matriz representam a evolução da história do conceito de gravidade (ver quadro 1).

Quadro 1 – Matriz epistemológica do perfil conceitual de gravidade

Categorias	Domínio Sociocultural	Domínio Ontogenético	Domínio Microgenético⁴⁶
Pré-história do conceito de gravidade	<ul style="list-style-type: none"> • Movimento natural: movimento inerente ao corpo de acordo com as suas qualidades – motor interno e lugar natural dos corpos; Movimento forçado: movimento externo ao corpo por contato – motor externo⁴⁷. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zona I – Noção primitiva de força; Zona II - Noção de força centrada em atributos; Zona III - Noção substancialista de força⁴⁸. • Zona I – sensorial, pré-teórica, peso como propriedade geral da matéria⁴⁹. • Representação Ontológica: materiae, propriedade geral da matéria, centrada na definição de quantidade de matéria, pré-teórica, sem relação com referencial teórico⁵⁰ • Gravidade é uma força grande, seletiva, que só age em objetos pesados⁵¹. • Gravidade não é o peso, mas pode estar unida ao peso para manter os objetos 'embaixo', no seu 'lugar natural'⁵². 	Categoria I - Gravidade como característica intrínseca do corpo; Categoria II - Gravidade como ações que o corpo realiza Categoria III - Gravidade como característica intrínseca do meio no qual o corpo se encontra;

⁴⁶ Estudo microgenético desta pesquisa .

⁴⁷ Doutrina Aristotélica do movimento.

⁴⁸ Zonas do perfil conceitual de força do estudo de Radé (2005).

⁴⁹ Zonas do perfil conceitual de massa do estudo de Santos e Carbó (2004).

⁵⁰ Concepções de estudantes do ensino médio resultado da pesquisa de Doménech-Carbó (1993 *in* SANTOS; DOMÉNECH-CARBÓ, 2004)

⁵¹ Concepções de estudantes de catorze anos de idade, resultado da pesquisa de Watts e Zylbersztajn (1981, *apud* COLOMBO JR.; SILVA, 2009).

⁵² Watts (1982, *in* SANTOS 1996)

<p>Conceito de gravidade pré-científico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Teoria do “<i>Impetus</i>”⁵³. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo I – Gravidade é uma força exercida pela terra e mediada pelo ar; Modelo II – Gravidade é uma força do ar; Modelo III – Gravidade como “Pressão Atmosférica”⁵⁴. • Gravidade como algo que tende a puxar para baixo; Gravidade como força que atua sobre os corpos para que as pessoas fiquem em pé⁵⁵. • A gravidade age para baixo em objetos caindo; a gravidade não age em objetos que estão se movendo para cima; a gravidade age para baixo em objetos parados; a gravidade não age em objetos parados; a gravidade não age em objetos caindo⁵⁶. • A Terra não é fonte de força de gravidade; os objetos são atraídos na direção do centro da terra pela gravidade⁵⁷. • Zona IV – Noção do “<i>Impetus</i>”⁵⁸. • Zona II – início da distinção entre peso e massa, inércia, impetus, falsas relações entre o peso do corpo e seu tempo de queda⁵⁹. • Representação Funcional: algo que um corpo tem (peso ou inércia), sua medida sob um conjunto definido de condições, incluída num referencial teórico⁶⁰ 	<p>Categoria IV – Gravidade como supressão de ação externa sobre o corpo. Categoria V – Gravidade como composição de ações.</p>
--	--	--	---

⁵³ Mecânica medieval: a teoria do “*impetus*” de Buridan.

⁵⁴ Concepções de estudantes de onze a dezenove anos, resultado da pesquisa de Leboeuf e Borges (2002).

⁵⁵ Watts e Zylbersztajn (1981, apud RADÉ, 2005; COLOMBO JUNIOR e SILVA, 2009).

⁵⁶ Concepções de estudantes de escolas primárias e secundárias Palmer (2001).

⁵⁷ Concepções de estudantes de seis a dezessete anos de idade Nardi e Carvalho (1996).

⁵⁸ Zonas do perfil conceitual de força do estudo de Radé (2005).

⁵⁹ Zonas do perfil conceitual de massa do estudo de Santos e Carbó (2004).

⁶⁰ Concepções de estudantes do ensino médio resultado da pesquisa de Doménech-Carbó (1993 in SANTOS; DOMÉNECH-CARBÓ, 2004)

<p>Conceito científico de força de gravidade (Física Clássica)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gravidade é uma força de atração mútua (gravitação). Força atrativa, de ordem imaterial, passível de formalização matemática⁶¹. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo IV – Gravidade como um “campo” limitado⁶². • Representação translacional: identificação de massa com outras quantidades: o volume ou densidade (materiae) e o peso (gravitacional); Representação relacional: definições relacionais entre quantidades, numa rede de conceitos e leis: razão força/aceleração (inercial), produto densidade volume (materiae) e razão peso/gravidade⁶³ 	
<p>Conceito científico clássico de força de gravidade (Física Clássica)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gravidade é uma força de atração entre dois corpos proporcional à quantidade de massas existente nestes corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa estes dois corpos⁶⁴. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zona V – Noção de força na mecânica clássica (Newton)⁶⁵. • Zona V – Noção de força na mecânica clássica (Força de Gravidade de Newton). • Zona III – massa distinta de peso, mas proporcional a este e fonte do fluxo de força gravitacional⁶⁶. • Representação operacional: definição formulada em termos de operações explícitas: através de balança (gravitacional) e através de balança inercial (inercial)⁶⁷. 	

O desenho dessa matriz proporcionou um novo jogo dialógico para a proposição de zonas do conceito de gravidade atendendo ao objetivo principal desse estudo: constituir um perfil conceitual de gravidade com concepções de gravidade de crianças de quatro e cinco anos de idade.

⁶¹ Conceito de Kepler.

⁶² Concepções de estudantes de onze a dezenove anos, resultado da pesquisa de Leboeuf e Borges (2002).

⁶³ Concepções de estudantes do ensino médio resultado da pesquisa de Doménech-Carbó (1993 in SANTOS; DOMÉNECH-CARBÓ, 2004)

⁶⁴ Conceito de Newton.

⁶⁵ Zonas do perfil conceitual de força do estudo de Radé (2005).

⁶⁶ Zonas do perfil conceitual de massa do estudo de Santos e Carbó (2004).

⁶⁷ Concepções de estudantes do ensino médio resultado da pesquisa de Doménech-Carbó (1993 in SANTOS; DOMÉNECH-CARBÓ, 2004)

6 PROPOSIÇÃO DE ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL DE GRAVIDADE

“A noção de perfil conceitual, ou seja, a ideia de que um único conceito pode ter diferentes zonas que correspondem a diferentes maneiras de ver, representar e significar o mundo, e são usadas pelas pessoas em contextos diferenciados, foi desenvolvida e está descrita em Mortimer (1994, 1995, 2000).” Coutinho, Mortimer e El-Hani.

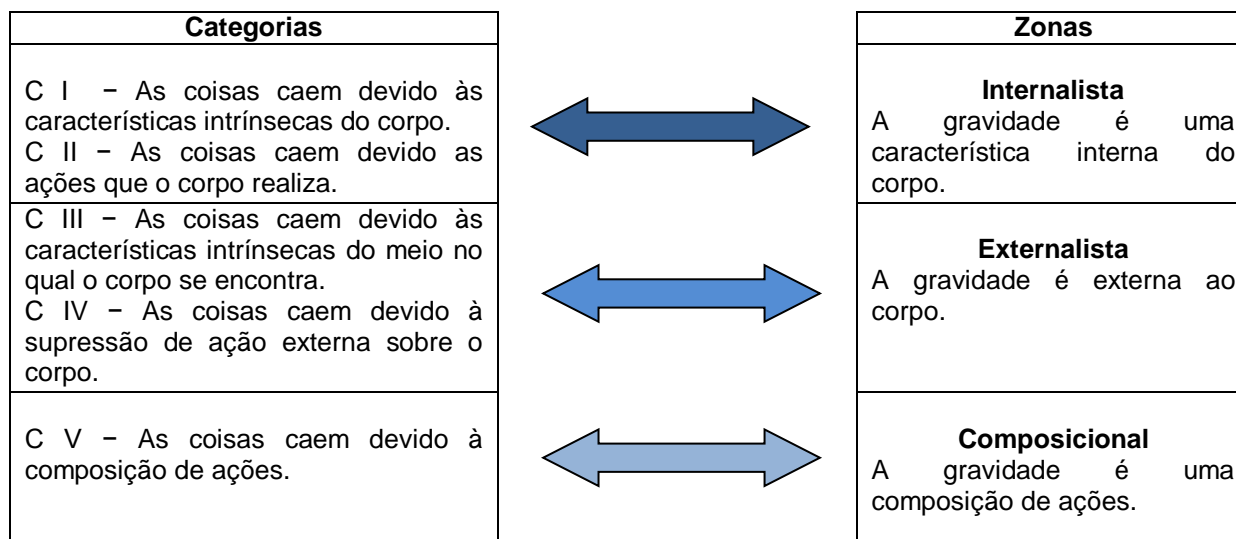
Neste capítulo, apresento uma proposição de perfil conceitual de gravidade, constituído em três zonas que desenham os diferentes modos de crianças de quatro a cinco anos de idade, representar e significar a gravidade (finalidade central deste estudo). Lembrando que “as diferentes zonas do perfil conceitual são utilizadas para identificar diferentes formas de pensar os conceitos” (AMARAL; MORTIMER, 2006, p. 2).

Inicialmente, foram organizadas cinco categorias (zonas expandidas) geradas a partir da análise dos sentidos-significados dos enunciados das crianças como análise microgenética do estudo de caso (item 5.3).

Para El-Hani e Mortimer (2010, p. 333), a individuação de zonas de um perfil só é possível pela “interpretação ativa do investigador munido das hipóteses que o diálogo entre as suas fontes de dados lhe permite formular” e lhe permite trabalhar com os compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos do conceito e, só assim, a constituição das zonas é possível.

Seguindo essas indicações, foram individuadas três zonas em um jogo dialógico, no próprio contexto interno dos sentidos e significados das cinco categorias, contíguo à indissociabilidade das categorias dos domínios sociocultural e ontogenético da matriz epistemológica (item 5.4). Esse jogo dialógico, das diferentes visões de gravidade das crianças com as visões ontológicas e epistemológicas do conceito de gravidade, possibilitou a composição da zona internalista, externalista e composicional. As significações de gravidade das categorias I e II constituíram a zona internalista, as da categoria III e IV constituíram a zona externalista e as concepções da categoria V, constituíram a zona composicional.

Quadro 2 – Unificação das cinco categorias em três zonas



Para fundamentar as terminologias internalista, externalista e composicional, analisei as denominações de zonas nos estudos de perfis conceituais e encontrei denominações semelhantes nos estudos de Coutinho, Mortimer e El-Hani (2007), Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2007) e Amaral e Mortimer (2004). A pesquisa de “Construção de um perfil para o conceito biológico de vida”, de Coutinho, Mortimer e El-Hani (2007, p. 115), considerando aspectos ontológicos e epistemológicos do conceito de vida, construiu e identificou três zonas: internalista, externalista e relacional com essa significação:

Considerando aspectos epistemológicos e ontológicos, identificamos três zonas, que representam três níveis de compreensão do conceito de vida: “internalista”, incluindo concepções nas quais vida é entendida como um conjunto de processos ou propriedades inerentes ao vivente; “externalista”, correspondendo a uma compreensão da vida como algo externo e separado do vivente, frequentemente vista como algo que vem de fora ou que tende a uma finalidade para além do ser vivo; e “relacional”, na qual a vida é concebida como uma relação entre entidades e/ou sistemas, sendo a própria definição dada em termos de relações.

Esses três níveis de compreensão representaram formas de conceituação de vida de alunos de graduação em Ciências Biológicas e alunos de pós-graduação em Ecologia e Genética (dados empíricos do domínio microgenético).

Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2007) construíram um perfil para o conceito de adaptação evolutiva e constituíram zonas representando conceitualizações de alunos do ensino superior e médio: cinquenta alunos de um curso de Licenciatura

em Ciências Biológicas (vinte e cinco alunos cursando o segundo semestre e vinte e cinco cursando o sétimo semestre) e dez alunos do ensino médio. Em uma primeira etapa, identificaram três zonas: finalismo; internalismo, externalismo. As zonas internalista e externalista tinham o mesmo significado da definição Coutinho, Mortimer, El-Hani apresentadas anteriormente.

Com a mesma ideia, Amaral e Mortimer (2004) individuaram as zonas: perceptiva/intuitiva, externalista, formalista e racionalista no seu estudo do “Perfil conceitual para entropia e espontaneidade: uma caracterização das formas de pensar e falar nas aulas de química”. Essas zonas mostravam a diversidade de formas de pensar-falar o conceito de entropia e espontaneidade de estudantes (dezesseis e dezessete anos de idade) do segundo ano do nível médio de uma escola pública federal brasileira, em situação de ensino de um curso de Termodinâmica.

Para melhor compreensão das zonas constituídas neste estudo, vou defini-las e ilustrar com exemplos das conceituações de gravidade das crianças.

A zona internalista, unificando as concepções das crianças representadas nas categorias I e II, modela o conceito de gravidade como uma característica interna do corpo, ou seja, as coisas caem devido às propriedades do corpo. Portanto, a zona internalista modela a queda dos corpos como uma propriedade interna (inata) dos mesmos.

Todas as quatro crianças do Grupo A e do Grupo B explicaram que as coisas caem devido às características intrínsecas do corpo (categoria I). Esse modo de pensar e falar o conceito de gravidade foi explicitado nas falas das crianças: o bloco caiu “por que ele não tem ar”, “por que ele tava com ar”, “porque ele não prega”, “porque não tem ímã” e “porque ele não tem vento”; “o bloco e um monte de coisa cai porque não tem asas”; “boneca cai porque tava pesada”; “elefante cai porque é pesado” e “porque não tem asas”; “o meteoro cai porque é pesado”, “porque ele não segura”, “porque ele não tinha um reflexo, uma coisa que prega”; as coisas caem “porque um monte de coisas que não pregam, cai”; “passarinho pequeno tem asa, mas cai porque tem pelos curtos”, “periquito também cai, mas pouco”.

A essência das coisas evidencia se foram feitas para cair ou não: “o bloco é feito para não pregar e cair”; “o meteoro é feito para não segurar e cair”; “as coisas não são chicletes para pregar e não cair”; “coisas duras caem”. Ressaltam, ainda, que “as coisas que não caem é porque prega como cola, durex, ímã”, “o helicóptero e avião têm asas, voam e não caem”. “As coisas não seguram, porque esse mundo não é chamado chiclete!” - “Se tudo fosse chiclete, nada caía”, diz **LEB** (Grupo B) e **LUC** (Grupo A) sintetiza, dizendo que as coisas caem “porque não têm pena, nem ar, nem corda, nem é esmagado”.

Na entrevista individual **LUC** menciona a terminologia gravidade com o seguinte sentido/significado: “o meteoro caiu na Terra porque a gravidade dele é muito pesada” [...] “as coisas caem por causa da gravidade” [...] “o bloco caiu por causa da gravidade. É, agora, a gravidade dele era diferente, a gravidade dele era porque era pesado e não tinha asa”.

Reflito e dialogo essas formas de significação de gravidade (cai devido às características internas do corpo) com o domínio sociocultural, a pré-história do conceito de gravidade da doutrina aristotélica do movimento⁶⁸ que sinalizou, segundo Cherman e Mendonça (2009), a pré-história do conceito de gravidade com a ideia do movimento natural dos corpos de acordo com as qualidades inerentes dos mesmos.

O “movimento natural” dos corpos do mundo sublunar (abaixo da Lua) é determinado pelas suas características inerentes. O corpo é dotado de um “movimento natural”, intrínseco ao corpo, que o incita a ocupar o seu próprio lugar natural, para cima ou para baixo, de acordo com as suas qualidades inatas, ou seja, o movimento dos corpos diz respeito à natureza dos mesmos. Portanto, o que provoca o movimento dos corpos e o seu lugar são as suas características internas/inatas.

Para Piaget e Garcia (2011, p. 72), a “física” do movimento de Aristóteles tem como pressuposto “princípios gerais de caráter metafísico”. Aristóteles não

⁶⁸ Lembrando que Aristóteles não estava estudando a queda dos corpos o seu estudo era sobre o movimento do universo.

analisa como caem os corpos em queda livre, simplesmente define que os corpos caem e faz inferências de como eles caem com um raciocínio metafísico.

Reflito a ideia de “movimento natural” de Aristóteles, do lugar natural das coisas, com um diálogo das crianças sobre o fato de o elefante cair quando ele está no céu (fora do seu “lugar”): o peso como característica natural do “ser elefante” o faz cair para o chão, o seu lugar, o lugar natural do animal elefante. O fato de o elefante está no céu, fora do chão, o faz cair para voltar ao seu lugar: lugar de corpos pesados.

Vejam os diálogos das quatro crianças do Grupo A: **FEL** desenha um elefante e diz que o elefante não está caindo, então pergunto ao grupo se elefante cai e **LUC** responde: “só se ele tiver bem lá no alto, lá no céu, se ele tiver no céu ele cai sim”. **GEO** também fala que elefante cai e **LUA** contrapõe: “eu acho que não cai!”. **FEL** reafirma que elefante não cai, mas concorda com **LUC**, que se estiver no céu, cai: “cai não, se ele tiver no céu ele cai, porque ele é animal”, todas as crianças do grupo concordam com **FEL**, que elefante só cai se estiver no céu. Pergunto por que o elefante cai do céu: **FEL** responde: “porque ele é animal” e **LUA**: “porque ele é pesado”.

Quando apresenta o seu desenho, **FEL** mostra uma girafa, um elefante e um cavalo caindo e fala que eles caíram “porque eles tão lá em cima, no céu, e caíram no chão”.

Para Aristóteles, a velocidade do movimento dependia da quantidade dessas qualidades: quanto mais peso mais veloz a queda e quanto mais leveza mais veloz a subida. O peso não era considerado força para Aristóteles e sim qualidade dos corpos. Santos (1996, p. 10) diz que do ponto de vista de uma criança, tal como para os aristotélicos, o peso é uma propriedade da matéria.

LEB, outra criança do Grupo B, diz que a nuvem, o Sol, a Lua e as árvores não caem porque foram feitos para não cair. Ou seja, as características inerentes da nuvem, do Sol, da Lua e das árvores são adequadas para fazê-los permanecer no seu lugar “natural” e, por natureza, não cair. Assim as árvores não caem e permanecem no seu lugar “natural”, o chão. É consenso, para as crianças do Grupo B, que a mesa tem perna e não cai porque “foi feita” para não cair quando está no

lugar dela, assim como o guarda-roupa quando está em pé no chão não cai: - “ele está no seu lugar, olhe no chão”, diz **LEB**.

Os termos “peso” e “leveza” não são antônimos para Aristóteles, e sim qualidades, dos corpos que influenciam o movimento natural dos objetos em queda. A queda dos corpos pode ser para cima se o corpo tiver “leveza” e para baixo se tiver “peso”. Ou seja, o “lugar natural” dos corpos pesados é o chão/superfície da Terra e o “lugar natural” dos corpos leves é acima da superfície da Terra e abaixo da Lua. Os corpos de acordo com as suas qualidades, buscam o seu “lugar natural”.

As conceitualizações da categoria II - as coisas caem devido às ações que o corpo realiza - como uma característica interna do mesmo também modela a zona internalista (a queda dos corpos como decorrência das propriedades internas do mesmo). Duas do Grupo B e duas do Grupo A explicaram que a ação interna do corpo é a causa da sua queda.

Para **SOF** (Grupo B), o meteoro cai porque ele voa e para **LEB**, também do Grupo B, o meteoro cai porque é rápido, veloz. **GEO** (Grupo A) explica que o bloco caiu “porque ele rolou, rodou assim, bem rápido” e **LUC** (Grupo A) diz que o “meteoro cai porque ele tem uma velocidade de fogo que vai atrás dele”. Ponderei a fala “que vai atrás dele”: tive dúvidas se o fogo é uma característica interna do meteoro ou se o fogo é uma ação externa do meteoro. Mas analisando as expressões corporais da criança no vídeo juntamente com sua fala, no contexto do seu discurso, entendi que o fogo está na parte de trás do meteoro, faz parte do meteoro, portanto, é uma propriedade interna. Para essas quatro crianças, as coisas caem porque voam, porque são rápidas, velozes, porque roda, rola, ou seja, a gravidade como “um motor interno” do corpo aristotelicamente pensando.

Continuo a compreensão do sentido-significado de gravidade das crianças no diálogo com Aristóteles. Para Aristóteles o “movimento natural” dos corpos é provocado pelo “motor interno” do corpo, como causa inerente, intrínseca do movimento do corpo (o contato motor e móvel é próprio do corpo), como, por exemplo, os corpos celestes e os seres vivos que têm movimento natural devido seu “motor interno”, ou seja, são movidas devido a sua própria natureza, pela sua própria ação.

Dialogo também as concepções das crianças dessa zona internalista (CI e CII) com as categorias do domínio ontogenético da matriz de perfil conceitual deste estudo, observo que, no estudo de Radé (2005), a zona II do perfil conceitual corresponde a uma noção de força centrada nos atributos dos objetos. Também na pesquisa de Watts e Zylbersztajn (1981, *apud* COLOMBO JR.; SILVA, 2009), uma das concepções dos estudantes encontrada é que a gravidade é uma força seletiva que só age em objetos pesados, como característica do objeto. Igualmente, os resultados da pesquisa de Watts (1982, *in* SANTOS, 1996) mostram que a gravidade estar unida ao peso dos corpos para manter os objetos “embaixo”, no seu “lugar natural”.

A zona externalista desenha as conceitualizações das crianças de que as coisas caem devido às características e ações externas ao corpo unificando as categorias III e IV, modelando o conceito de gravidade como algo externo ao corpo. As conceitualizações das crianças nas categorias III e IV expressam que a queda dos corpos se dá devido a uma causa externa ao corpo. As concepções dessa zona externalista mostram que a criança começa a enxergar a causa da queda dos corpos para além do corpo, significando a ultrapassagem dos atributos internos dos corpos.

As quatro crianças do Grupo A e uma criança do Grupo B afirmaram que a causa da queda dos corpos é devido às características externas ao corpo. Nessas concepções, o pensar-falar das crianças está centrado no meio externo, no qual o corpo se encontra. As crianças do Grupo A afirmam que “as coisas do céu caem” e que “tudo que está no céu foi feito para cair”. **LUC** esclarece que as coisas caem porque no céu “não tem flutuação”. **FEL** diz ainda que as folhas caem por conta do vento: “porque o vento é forte”. **SOF** do Grupo B também se refere ao vento para explicar a causa da queda do meteoro. As causas externas ao corpo que provocaram a sua queda citadas foram: vento, não ter flutuação no céu; o céu como um lugar que não sustenta as coisas.

No discurso de **FEL** me chamou a atenção, para o sentido sociocultural/religioso dos seus enunciados. Ao falar-pensar que tudo que está no céu foi feito para cair, FEL lembra o conceito cristão de céu como o lugar de Jesus e das almas, assustando-se ao pensar sobre a possibilidade de Jesus e as almas

caírem. O conceito sociocultural/religioso que vivencia com a família a assusta quando cruza com o seu conceito. Surpreso com o sentido-significado do seu modo de pensar FEL olha para mim assustado e, em cochicho ao meu ouvido, questiona sobre a possibilidade de as almas e Jesus caírem, já que estão no céu. Sem esperar a minha resposta conclui: “As coisas do céu caem. Tudo cai! Menos Jesus e as almas, pronto!”. De forma prática e sábia, resolveu o seu impasse conceitual.

Os vídeos da queda do meteoro e do astronauta da situação investigativa II mediaram os discursos dessas duas crianças, conduzindo-as a pensar-falar conceituando o espaço e o céu, em conceitos complexos. **LUC** conceitua o céu por suas características internas: “o céu é feito de nuvens”, “o céu é azul”. Além das características internas, pensa também o desenho espacial do céu e do espaço. Em linguagem corporal, gesticulando com os braços, essa criança explica que o céu “é mais baixo que o espaço” e que “o espaço fica acima do céu”. Explica-me na entrevista individual que no espaço as coisas não caem: “no espaço as coisas flutuam: estrelas, cometas, astronautas, foguetes e também planetas. Tem a Terra, tem planetas perto do outro e planetas longe” e esclarece que “No espaço não caem porque tem flutuação [...] tudo no espaço flutua, até comida flutua no espaço, tudo fica flutuando no espaço. Qualquer coisa que vai pro espaço flutua e não para de flutuar [...] Espaço é flutuar”. **FEL** também fala que enquanto as coisas do céu caem, “as coisas acima do céu não caem”.

As conceitualizações da categoria IV - as coisas caem devido à supressão de ação externa sobre o corpo – também desenham a zona externalista (a queda dos corpos como causa externa). Sete crianças, das oito pesquisadas (as quatro do Grupo B e três do Grupo A⁶⁹) conceituaram de forma externalista.

Os modos de pensar-falar das crianças do Grupo B, conceituando a gravidade como supressão de força foram os seguintes: para as crianças do grupo B - porque foi suprimida a mão ou porque não tem algo para segurar o corpo; porque jogou, soltou, rebolou; para as crianças do Grupo A porque jogou, soltou, empurrou, ou seja, porque a força externa foi suprimida (a mão) e porque não tem algo para puxar.

⁶⁹ Lembrando que **LUA**, uma das crianças do Grupo A, não quis mais participar da pesquisa a partir da situação D/ situação investigativa II. Participou da entrevista individual, mas fugindo do assunto da pesquisa.

A teoria aristotélica explica que o movimento dos corpos pode ser natural ou “forçado”. O movimento forçado, ao contrário do natural, é aquele causado por um agente ou “motor” externo. Santos (1996) dá o exemplo de uma pedra que é levantada do chão ou é lançada para cima pela mão. A queda dos corpos inanimados, sem vida, procede de uma causa externa, um “motor externo” providenciado por uma “força”. Para Aristóteles, é impossível um corpo inanimado movimentar-se sem contato, isso era exclusivo dos seres vivos e dos astros.

Essa ideia externalista de gravidade das crianças, como supressão de uma ação externa, também aparece nas concepções de estudantes do estudo de perfil conceitual de força de Radé (2005): a zona IV do perfil de força corresponde à noção de “*impetus*”. As concepções dos estudantes na pesquisa de perfil conceitual de massa de Santos e Carbó (2004) também apresentaram noções de “*impetus*” (zona II do perfil).

Chermam e Mendonça (2009, p. 58) lembram que Aristóteles argumentou que o próprio ar deslocado para trás durante o movimento empurraria o projétil, fenômeno que ele chamou de “antiperistasis”. A teoria do *impetus* de Buridan, na idade média, contesta a ideia da “antiperistasis” de Aristóteles e explica que um motor imprimiria no projétil um “*impetus*”, um poder de automovimento capaz de mover o projétil na direção dada pelo motor quando aquele já não é movido por este.

Reflico as falas das crianças do Grupo A sobre o vento: **LUA** diz que as folhas das árvores não caem e **FEL** discorda: “cai sim!”. **LUA**, apontando para a janela, onde havia uma árvore, mostra as folhas na árvore e diz: “cai não ó!” (as árvores é o “lugar natural” das folhas). **FEL** concorda que folha não cai, mas o vento faz as folhas caírem: “cai não, mas o vento quando voa, a folha cai, cai sim porque o vento é forte e derruba ela pro chão” e **LUC** concorda dizendo que “quando o vento bate muito forte, ele derruba um montão de folha”.

Para **GEO**, o vento impede a queda do astronauta, o astronauta flutua e não cai “porque tem vento, aí voa” [...] “flutuar é voar”. Enquanto para **LUC** e **FEL** o vento é a causa da queda das folhas (“motor externo”). Portanto, para as crianças, o vento pode ser a causa da queda e também o seu impedimento.

NAY (Grupo B) também fala sobre o vento: “ele vem do céu, lá longe... é assim, sobe, sobe, sobe”. Diz ainda que o vento é “uma força dura e forte” (faz o

mesmo movimento com as mãos). Questiono se essa força dura e forte é movimento e ela exclama: “É! É movimento!”. Para **NAY**, o vento não é gravidade é “reflexo”: “é só reflexo, o reflexo é assim, sobe, sobe, sobe” (fala gesticulando para indicar uma ação de movimento, empurrando uma mão para cima). Reflexo “é uma força dura, é forte, aí faz...”, e continua empurrando uma mão pra cima. E reafirma: reflexo “é o movimento”. A “gravidade é reflexo”, o “vento é reflexo”, mas o “vento não é gravidade”. Para essa criança, o vento é reflexo, é movimento e movimento é força, é “força dura” em movimento.

Reflito as ideias das crianças de que o vento ou o ar, como causa da queda dos corpos, e encontro isomorfismo das falas das crianças com as noções de estudantes apreendidas na pesquisa de Leboeuf e Borges (2002): gravidade é uma força exercida pela pressão do ar; gravidade é uma força exercida pela Terra, mas precisa do ar; gravidade é uma pressão atmosférica (Terra + ar). Segundo esses pesquisadores um aspecto significativo no entendimento da gravidade pelas crianças e pelos adultos também é o fato de a gravidade agir à distância, isto é, sem contato.

A ideia de gravidade como algo “empurrando”, “puxando” ou “mantendo” os corpos, assim como a ideia do ar como meio necessário à ação da gravidade (uma explicação para a atuação da gravidade fora dos objetos, à distância) aparecem também na pesquisa de Watts (1982). Essa pesquisa sobre concepções alternativas de força de gravidade de estudantes ingleses do ensino fundamental e médio (12 a 17 anos) mostrou que no geral os estudantes pensam que a gravidade requer um meio para agir.

A zona composicional mostrando as concepções das crianças representadas na categoria V - as coisas caem devido à composição de ações - modela o conceito de gravidade como um conjunto de ações. Três crianças, das oito entrevistadas concebem de modo composicional (duas do Grupo B e uma do Grupo A).

Na constituição de zonas do perfil conceitual de vida, Coutinho, Mortimer e El-Hani (2007, p. 123) denominaram uma das zonas de relacional:

Utilizamos aqui o termo “relacional” para indicar as falas nas quais a definição de vida foi fornecida em termos de relações entre entidades ou entre uma entidade e o meio, numa tentativa de uma definição mais universal de vida, que fugisse à lista de propriedades. Exemplos de como

essa zona apareceu nas respostas dos alunos são oferecidos pelos seguintes fragmentos: “interagir com o meio e com outros seres” e “Depende de trocas, integrações e interdependências”.

Essa ideia de “relacional” inspirou a concepção dessa zona: a gravidade conceituada pelas crianças como uma composição de ações entre corpos, ou do corpo com o meio. Ou seja, a gravidade concebida como um conjunto, uma relação de ações. O pensar-falar das crianças expõe essa visão.

NAY (Grupo B) explica que a causa da queda do meteoro na Terra foi a composição de duas ações: o choque da força/reflexo do meteoro com a força/”matéria” do outro corpo. Ou seja, a gravidade entendida como “reflexo-que-se-encontra”, um acontecimento devido à relação de ações entre os corpos. Para **OIV**, outra criança do Grupo B, o astronauta cai porque as estrelas “vão baixando o astronauta devagar até ele cair na Terra”. Ele me explica que as estrelas pregam as coisas com as suas cinco pontas de ferro (com as mãos, mostra-me que as estrelas têm cinco pontas de “ferro-ímã” que pregam). Gesticulando com as mãos (uma empurrando a outra para baixo), ele explica-me que é a “força” das estrelas que empurra o astronauta para cair na Terra, porque nem as estrelas conseguem sustentar o astronauta e nem o astronauta consegue se sustentar no “ferro das estrelas”.

LUC do Grupo A, afirma que o meteoro caiu devido a composição de três ações: pegou uma capacidade de fogo, bateu na Terra e se quebrou. Com essa relação de ações a causa da queda do meteoro foi devido a uma composição de ações. Com base na análise desse discurso, penso que, para **LUC**, a queda do meteoro teve como causa a “atmosfera-de-fogo” do espaço que instituiu uma “capacidade-de-fogo” no meteoro e esse “poder-de-fogo” do meteoro causou sua queda. Isto é, a gravidade entendida como uma relação de ações: ação do meio (espaço) e ação do corpo (meteoro).

LUC, de forma contraditória, explica que, por uma falta de relação de ações, o astronauta caiu: “porque não tem nada pra puxar ele pra trás, se ele tivesse fogo do outro lado dele, ele se puxaria pra trás, quando ele tá longe da Terra, ele tem um fogo invisível, que o fogo invisível dele é muito fraco e o fogo de verdade dele é forte”. Analisando o discurso de **LUC**, penso que a queda do astronauta se deu

porque não teve um corpo e nem uma “força” no espaço para puxá-lo para trás e segurá-lo. Se o astronauta tivesse “fogo do outro lado dele, ele se puxaria pra trás, quando ele tá longe da Terra, ele tem um fogo invisível, que o fogo invisível dele é muito fraco e o fogo de verdade dele é forte”.

Pondero dialogicamente as visões epistemológicas e ontológicas do conceito de gravidade com os enunciados de **LUC** e **NAY** quando conceitualizam gravidade, empregando a palavra “gravidade” e significando-a como uma relação de ações com o sentido-significado de “ação-reação”. **LUC** explica que tudo flutua, porque no espaço “também tem uma coisa chamada gravidade”. Para, pensa e fala: “Ah! a gente precisa de uma coisa pra jogar... Quando a gente joga um lápis, ele joga a gente para trás, quando é uma coisa pequena (força pequena). Quando é uma coisa grande e mais pesada (força grande e pesada), você anda mais rápido, a gente espera bater na parede e começa tudo de novo, e pra parar a gente usa as mãos, é assim que funciona o espaço”.

Em outro momento, define gravidade: “é uma força de atração imbutível, uma coisa que puxa a gente para trás”, “Imbutível quer dizer uma coisa leve, ou pesada ou maior, quando você joga uma coisa maior no espaço, você anda mais rápido, e se você jogar mais coisas, você anda mais rápido ainda” [...] “Se você jogar uma coisa mais pesada, você vai mais rápido” e “se jogar uma coisa mais leve, ela vai bem devagarzinho”. Afirma: “A gravidade é uma coisa pequena, média ou grande. Se você joga coisas pequenas, médias e grandes, você vai cada vez mais rápido ainda”.

NAY também pensa-fala sobre a gravidade como ação-reação: “a gravidade também é assim, sobe, sobe. A força da gravidade é forte. Se uma pessoa jogar uma caneta no espaço, a força dele é pequena, mas ele se joga pra trás, no espaço. E se for uma coisa grande, a força é dupla, aí bate na parede e volta pra você”. **SOF**, também do Grupo B, explica que “quando a gente está lá no espaço, pega uma coisa pequena e a gente joga ela. E ela bota a gente pra trás com uma força pequena”, ou seja, no espaço se dá uma composição de ações: ação/reação.

A seguir, para maior clareza, apresento o mapeamento dessas zonas mostrando que tanto as crianças do Grupo A quanto às do Grupo B constituíram as zonas internalista, externalista e composicional: todas as crianças constituíram a zona internalista e externalista e três crianças constituíram a zona composicional (uma criança do Grupo A e duas do Grupo B).

No quadro 3 apresento o perfil conceitual do Grupo A e de cada criança individualmente: **LUA**, **GEO** e **FEL** compuseram as zonas internalista e externalista; **LUC** compôs as três zonas: internalista, externalista e composicional.

Quadro 3 – Perfil conceitual de gravidade - Grupo A

Grupo A	INTERNALISTA	EXTERNALISTA	COMPOSICIONAL
LUA			
GEO			
FEL			
LUC			

No quadro 4 apresento o perfil conceitual do Grupo B e de cada criança individualmente: **LEB** e **SOF** compuseram as zonas internalista e externalista ; **OIV** e **NAY** compuseram as zonas internalista, externalista e composicional.

Quadro 4 – Perfil conceitual de gravidade - Grupo B

Grupo B	INTERNALISTA	EXTERNALISTA	COMPOSICIONAL
LEB			
SOF			
OIV			
NAY			

Essas zonas caracterizam as formas de pensar-falar o conceito de gravidade, assinalando o fantástico pensamento humano de crianças de quatro e cinco anos, na infância do seu pensamento. Apoiada teoricamente nos estudos de Vigotski (2001) sobre o desenvolvimento de conceitos, entendo essas conceitualizações das crianças como pseudoconceitos, e, com fundamentos factuais diversos, elas conceituam “à sombra do conceito”.

Dialogo novamente com Cruz (*in* SOUZA, 2010, p. 12) quando enuncia que a apropriação do conhecimento das crianças não acontece de modo passivo.

[...] As crianças não só reproduzem, mas também produzem significados. Como afirma Corsaro (2001), trata-se de uma reprodução interpretativa, na qual esses sujeitos têm papel ativo. Portanto, as diferentes crianças possuem maneiras próprias de entender e sentir a realidade [...] À percepção da criança como competente para falar somando-se o reconhecimento de que ela deve ser ouvida” [...] A compreensão de que o conhecimento da perspectiva das crianças traz ganhos aos adultos é inovadora.

Nessa pesquisa, vivenciei o sentido-significado de aprender com as crianças em pesquisa “com crianças”.

“As coisas não seguram, porque esse mundo não é chamado chiclete!”

“Se tudo fosse chiclete, nada caía!”

(LEB)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo principal constituir um perfil conceitual de gravidade com concepções de gravidade de crianças de quatro e cinco anos de idade, e estabeleceu como ferramenta teórico-metodológica a abordagem de perfis conceituais e a visão de formação de conceitos de Vigotski (2001).

Essa abordagem possibilita a modelagem das diversas formas de pensar e falar um conceito que coexistem em uma pessoa, grupo ou cultura, partindo da hipótese de que o conceito de gravidade é polissêmico, admitindo significados e sentidos múltiplos, o que possibilita ser modelado em um perfil conceitual. Este estudo possibilitou a modelagem de zonas que expressam concepções de gravidade das crianças, apreendidas em um estudo de caso de natureza exploratória e dialogadas com os aspectos epistemológicos e ontológicos do conceito de gravidade.

O fato de ser a primeira pesquisa a construir um perfil conceitual do conceito de gravidade e com conceitualizações de criança de quatro e cinco anos ocasionou grandes desafios, como, por exemplo, o desafio da elaboração das atividades investigativas para a composição do domínio microgenético e constituição de zonas. Poder aplicar as atividades investigativas em uma pesquisa piloto e, de modo experimental, informal, com grupos de crianças dessa mesma idade, em outras escolas de Fortaleza, auxiliou muito no ajuste e na confirmação das situações investigativas.

Foram também desafiadoras a composição e a constituição de zonas do domínio sociocultural e ontogenético. Em especial a composição do domínio ontogenético por não ter estudos de perfis conceituais com crianças nessa idade e, especificamente pela falta de outras pesquisas de perfis conceituais, especificamente, sobre gravidade para dialogar com este estudo.

Como pesquisadora, enfrentei um desafio particular: além de estar pesquisando com a modelagem de perfil conceitual pela primeira vez, eu estava decifrando a gênese de um conceito científico da Física sem profundidade teórica, pois não sou física, nem com formação na área de Ciências da Natureza.

Enfrentei esse desafio com a persistência de “eterno aprendiz”, buscando desvendar como as crianças, em idade pré-escolar, conceituam o mundo físico e a natureza, almejando que pesquisas com esse intuito estimulem os educadores da educação infantil a escutar, refletir, entender e desenvolver experiências que produzam desenvolvimento e aprendizagens para a criança, na educação infantil, sobre mundo físico e a natureza.

O grande achado desta pesquisa é poder revelar que o objetivo geral e os objetivos específicos foram alcançados, corroborando que podem acontecer peculiaridades no processo de constituição das zonas sem desrespeitar os princípios teórico-metodológicos da abordagem de perfis conceituais. Mostra também o potencial de utilização do perfil conceitual para diferentes objetivos: neste estudo, a abordagem sociocultural de perfis conceituais foi eficaz possibilitando a proposição de três zonas que expõem e desenham a heterogeneidade e a especificidade conceitual das crianças em idade pré-escolar.

Não posso deixar de esclarecer que, na ultrapassagem dos desafios, eu estava “vigotskianamente” e “bakhtinianamente” em interação e dialogias com o outro. Ter o olhar, os conhecimentos e a mediação de um físico, como coorientador, foi fundamental, tanto para avançar o meu aprendizado conceitual sobre gravidade, como para auxiliar na construção das atividades investigativas do estudo de caso. Igualmente as valiosas conversas, presencialmente e a distância, com pesquisadores do programa de perfis conceituais, o criador de perfis conceituais, o professor Eduardo Mortimer, e o também autor dessa abordagem, Charbel El-Hani. Essa interlocução foi fundamental para que eu pudesse avançar e aprofundar meus conhecimentos sobre abordagem de perfis conceituais e ter segurança, como pesquisadora, de usar essa ferramenta teórico-metodológica nesta pesquisa.

Outra sustentabilidade desta pesquisa foi ter como orientadora uma pesquisadora de larga experiência em pesquisas de doutorado e pesquisas que escutam a crianças na educação infantil. Com essa mediação de orientadores-pesquisadores, fui erguendo este estudo.

Escutando, analisando e ponderando os sentidos e significados dos enunciados das crianças apreendidas nas situações investigativas do estudo de caso dialogadas com as visões históricas e ontológicas dos domínios sociocultural e

ontogenético, foi possível construir um perfil conceitual de gravidade, com proposição de três zonas.

Essas zonas mostram as compreensões das análises dos discursos das crianças sobre o porquê de as coisas cair: zona internalista, que expõe a gravidade como uma característica interna, própria do corpo; zona externalista, mostrando que a criança admite que a gravidade seja provocada por uma ação externa ao corpo; e zona relacional, que expõe a gravidade compreendida como uma relação de ações, a concepção de gravidade como um acontecimento resultante de ações relacionadas.

Dialogando os modos de pensar e falar o conceito de gravidade dessas zonas, com a visão de formação de conceitos em Vigotski (2001), identifiquei o pensamento conceitual das crianças sobre gravidade como conceitos complexos, como pseudoconceitos, lembrando que Vigotski entende os pseudoconceitos como uma forma peculiar e especial do pensamento por complexos: “Estamos diante de uma ‘sombra do conceito’, do seu contorno”⁷⁰ (2001, p. 195).

Para ele desvelar pseudoconceitos é um desafio para o pesquisador, ressaltando que o pseudoconceito é tão equivalente ao conceito generalizante que o pesquisador pode não observar nuances entre esse complexo e o conceito na comunicação verbal com a criança. Como pesquisadora, acolhi o desafio de desvelar o conceito de gravidade em pseudoconceitos compreendidos na diversidade de significados e na heterogeneidade do pensamento de crianças aos quatro anos e cinco anos sobre esse conceito. Reflito o que Vygotsky diz: “o conceito “em si” e “para os outros” se desenvolve na criança antes que se desenvolva o conceito “para si”. O conceito “em si” e “para os outros” no pseudoconceito”.

Assim, de modo fortuito, as crianças falaram “o conceito em si”, burlando o conceito quando o conceito se confunde e se funde como conceito. As crianças brincaram de conceituar gravidade, quando o pseudoconceito brinca de conceito. Analisei as conceitualizações das crianças “à sombra do conceito de gravidade”, analisei flechas do seu pensamento conceitual, na sua conquista efêmera desse conceito.

⁷⁰ Essa analogia inspirou o título deste estudo.

Apoiada em Wersch (1998), quando adota a ação humana como a unidade de análise da pesquisa sociocultural unindo Vigotski e sua ideia de ação mediada e Bakhtin e o seu foco no enunciado como forma de ação, penso que as crianças pesquisadas, vistas como “indivíduos-que-operam-com-meios-mediacionais”, mostraram em seus enunciados os significados e sentidos experimentados nas suas interações com o outro/outros, em especial, nas experimentações vivenciadas no contexto cultural das suas famílias, no contexto da diversidade das classes sociais e culturas diferenciadas encontradas na escola, no contexto educativo diferenciado da escola na qual as crianças pesquisadas estão inseridas e, especificamente, no contexto dialógico provocado e experimentado nas situações investigativas deste estudo que provocavam interações, diálogos e dialogias entre crianças-crianças e crianças/criança e pesquisadora. Pretendo aprofundar essa questão em outras pesquisas com crianças inseridas em contextos culturais bem diferenciados.

Mas a minha intenção principal é levar este estudo para ser refletido e dialogado com professores da educação infantil em cursos de formação. Levar este estudo ao professor da educação infantil e refletir com eles sobre os conhecimentos das crianças em relação ao mundo físico e a natureza sempre foram o alvo deste estudo, lembrando que a abordagem de perfis conceituais foi concebida por Mortimer (1994) com a intenção de melhorar o processo de ensino e aprendizagem de ciências, e o programa de pesquisa em perfil conceitual persiste com esse propósito até hoje.

Quero ressaltar que as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (2009) sanciona a importância do acesso das crianças aos conhecimentos que fazem parte do patrimônio ambiental, científico e tecnológico.

Artigo 3º: O currículo da Educação Infantil é concebido como um conjunto de práticas que buscam articular as experiências e os saberes das crianças com os conhecimentos que fazem parte do patrimônio cultural, artístico, ambiental, científico e tecnológico, de modo a promover o desenvolvimento integral de crianças de 0 a 5 anos de idade (BRASIL, 2009, p.18).

E, em especial, o artigo 9º dessa resolução diz que o currículo da educação infantil deve garantir experiências que estimulem a curiosidade, a exploração, o

encantamento, o questionamento, a indagação e o conhecimento das crianças em relação ao mundo físico e social, ao tempo e à natureza.

Corsaro (2011, p. 26) lembra algo importante afirmado por Vygotsky: “as crianças, por meio da aquisição e utilização da linguagem, terminam por reproduzir uma cultura que contém o conhecimento das gerações”.

Quero dizer ainda que as crianças pesquisadas referendaram este estudo para além dos encontros formais de investigação. Em um dos meus retornos à escola pesquisada, as crianças que participaram da pesquisa foram conversar comigo. **LUC** (Grupo A) disse que precisava me explicar por que a gravidade é uma “força de atração imbutível” e não um “reflexo”. Explicou que a gravidade como “reflexo” que os seus colegas estão falando não existe, pois o reflexo é uma ilusão. Mas a gravidade como força imbutível que ele defende existe, apesar de ser invisível. **NAY** (Grupo B) contestou dizendo que “o reflexo existe sim” e **LUC** respondeu que não e nos convidou para irmos à sala vizinha ver o reflexo do sol em uma poltrona. Colocou a sua mão sob o reflexo do sol e disse: “Não estão vendo que é só um reflexo, reflexo não existe, é uma imagem”. Parou, pensou e falou: “Reflexo é uma miragem, uma ilusão”.

As crianças, assim como eu, surpreendemos-nos com a fala do **LUC**. Sem retrucar, em silêncio, eu e as crianças brincamos com o reflexo do sol. O crianciar-reflexo ecoava a fantástica capacidade de a criança pensar e expressar em conceitualizações de gravidade quando o conceito “brinca” de conceito em seu nascedouro, em reflexos que não é miragem nem ilusão, existe!

Segundo Pino (1991, p.36) “é pela mediação dos signos que a criança se incorpora progressivamente à comunidade humana, internalizando sua cultura e tornando-se um indivíduo social, ou seja, humanizado”.

“Ouvir crianças: uma tarefa complexa e necessária.”
(CRUZ, *in* SOUZA 2010, p. 11)

Crianciar-sombra-do-conceito em devir-reflexos-imbutível...
Jogo do eterno retorno, jogo ideal, jogo da imanência...
Superação humana, vontade de potência-infância-criança!

Amália Simonetti
Cinco de junho de dois mil e quatorze

REFERÊNCIAS

AMARAL, Edenia Maria Ribeiro. **Perfil conceitual para a segunda lei da termodinâmica aplicada às transformações físicas e químicas e dinâmica discursiva em uma sala de aula de química do ensino médio**. 2004b. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

AMARAL, Edenia Maria Ribeiro; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Proposta metodológica para análise da dinâmica discursiva em sala de aula**. Uma metodologia para estudar as dinâmicas entre as zonas de um PC no discurso da sala de aula. A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: UNIRIO, 2006.

_____; _____. Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar em el aula de Química. **Educación Química**. Julho, 2004a. Tradução de José Luis Córdova Frunz. Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal de Minas Gerais.

ANDRADE, Maria Amália Simonetti Gomes de. **Aprender ciências na educação infantil: natureza e sociedade**. Fortaleza: Imeph, 2002.

_____. **As representações infantis de quantidades, operações e problemas de adição e subtração**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1996.

ANDRADE, Maria Amália Simonetti Gomes de. **Ciências da natureza na educação infantil: com e para crianças**. Fortaleza: SEDUC, 2003.

ARCE, Alessandra; SILVA, Debora A. S. M. da; VAROTTO, Michele. **Ensinando Ciências na educação infantil**. Campinas: Editora Alinea, 2011.

ARNOLD *et al.* In: LEBOEUF, Henri Araujo; BORGES, Tarciso. **Cai por causa do ar: a gravidade como ação à distância**. 2002.

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**. Tradução de Paulo bezerra. 5. ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2010.

BAR, Zinn; RUBIN. In: LEBOEUF, Henri Araujo; BORGES, Tarciso. **Cai por causa do ar: a gravidade como ação à distância**. 2002.

BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição. Conversando com Lara sobre a Terra e a Terra. **Revista Latino-americana de Educação em Astronomia**. RELEA, n. 10, p. 23-35, 2010.

BACHELARD, G. **A filosofia do não**. São Paulo: Abril Cultural p.1-87. (Coleção os Pensadores). 1984.

BIZERRA, Alessandra et al. **Crianças pequenas e seus conhecimentos sobre microrganismos**. 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil**. Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, 2009.

BUTLAND, Valéria Rodrigues Graça. **Uma proposta para o uso da história da física como metodologia do ensino de física**. Orientador Renato Pires dos Santos. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2005.

CAMPOS; ESPOSITO; BHERING; GIMENES e ABUCHAIM. **A qualidade da educação infantil: um estudo em seis capitais Brasileiras**. Caderno de Pesquisa. Vol. 41. Nº 142. São Paulo. Jan/Apr 2011.

CARSETANO, Giovanni. **Os pré-socráticos**. Tradução de Maria da Graça Gomes de Pina. São Paulo, SP: Loyola, 2011.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. As condições de diálogo entre o professor e formador. In: CUNHA; DALBEN; DINIZ; LEAL; SANTOS (Org.). **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente: educação ambiental, educação em ciências, educação em espaços não-escolares, educação matemática**. Coleção Didática e Prática de Ensino. Belo Horizonte: Autêntica, 2010, p. 282.

CHERMAN, Alexandre.; MENDONÇA, Bruno Rainho. **Por que as coisas caem? Uma história da gravidade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2009.

_____. **Sobre os ombros de gigantes: uma história da Física**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

COLOMBO JR., Pedro Donizete; SILVA, Cebelle Celestino. A percepção da gravidade em um espaço fisicamente modificado: uma análise a luz de Gaston Bachelard. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Florianópolis, nov/2009.

CORSARO, William. **Sociologia da infância**. Tradução de Lia Gabriele Regius Reis. Revisão técnica de Maria Letícia B. P. Nascimento. 2. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2011. 348 p.

COUTINHO, Francisco Ângelo.; MORTIMER, Eduardo Fleury; EL-HANI, Charbel Niño. **Construção de um perfil para o conceito biológico de vida**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 12 (1), p. 115-137, 2007.

_____. **A construção de um perfil conceitual de vida**. Belo Horizonte: Faculdade de Educação/UFMG (Tese de Doutorado), 2005.

CRUZ, Sílvia Helena Vieira (Org.). **A criança fala**. A escuta de crianças em pesquisas. São Paulo, SP: Cortez, 2008.

CRUZ, Silvia Helene Vieira. Ouvir crianças: uma tarefa complexa e necessária. In SOUZA, Marilene Proença Rebello (org). **Ouvindo crianças na escola**. Abordagens qualitativas e desafios metodológicos para a psicologia. 1ª ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2010.

CUNHA, Ana Maria de Oliveira (Org.)... [et al]. **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente**: educação ambiental, educação em ciências, educação em espaços não-escolares, educação matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. (Didática e Prática de Ensino).

DANIELS, Harry (Org.). **Vygotsky em foco**: pressupostos e desdobramentos. Tradução de Mônica Saddy Martins e Elisabeth Jafet Cestari. Campinas, SP: Papirus, 1994.

DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico**. 5ª ed. reimpressão. São Paulo: Atlas, 2008.

DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS. Educação Infantil. Resolução nº 5, de 17 de dezembro de 2009. MEC.

DOMÉNECH-CARBÓ A.; CASASÚS, E.; DOMÉNECH, M.T. **The Classical Concept of Mass**: Theoretical Difficulties and Student's Definitions, Int. J. Sci. Educ., vol. 15, n. 2, pp. 163-173, 03-04/1993. Apud SANTOS E DOMÉNECH Carbó (2004).

DOMINGUEZ, Celi R. C. **Desenhos, palavras e borboletas na educação infantil**: brincadeiras com ideias no processo de significação sobre seres vivos. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2006.

_____. **Rodas de ciências na educação infantil**: um aprendizado lúdico e prazeroso. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2001.

DRUZIAN, Aline. **O Conceito de Energia na Física - Evolução Histórica, Perfil Conceitual e Mudança Ontológica**, 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2008

_____; RADÉ, Tane. **Uma Proposta de Perfil Conceitual para os Conceitos de Luz e Visão**. Apresentado no VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências, Florianópolis, SC, 28 de novembro a 2 de dezembro de 2007. Bauru, SP: ABRAPEC, 2007.

EL-HANI, Charbel; MORTIMER, Eduardo Fleury. O valor pragmático da linguagem cotidiana. In: CUNHA; DALBEN; DINIZ; LEAL; SANTOS (Org.). **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente**: educação ambiental, educação em ciências, educação em espaços não-escolares, educação matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. pg. 327. Didática e Prática de Ensino.

_____.; _____. **Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching**. Cult Stud of Sci Educ 2007.

ESPINDOLA, Otávio Augusto Souza; MELLO, Denise Fernandes de; VENEGAS, Pablo. Introduzindo Física Para Crianças em Idade Pré-Escolar (3 a 6 Anos). **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES. 2009.**

ESPINOZA, Ana. Concepções e problemas no ensino das ciências naturais. In: **Seminário Internacional**, 11.,1998, São Paulo: Centro de Estudos da Escola da Vila, 1998, p. 36-46.

ESTEBAN, Maria Paz Sandin. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. Tradução de Miguel Cabrera. Porto Alegre: ArtMed, 2010.

FACARO, Carlos Alberto; TEZZA, Cristóvão; CASTRO, Gilberto de (Org.). **Vinte ensaios sobre Mikhail Bakhtin**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

FREITAS, Maria Teresa A. O pensamento de Vygotsky e Bakhtin no Brasil. **Coleção magistério, formação e trabalho pedagógico**. Campinas, SP: Papirus, 1994.

GARCIA, Rolando; PIAGET, Jean. Psicogênese e história das ciências. **Coleção Textos Fundantes de Educação**. Tradução de Giselle Unit. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

GLEISER, Marcelo. **Criação imperfeita**. Rio de Janeiro: Record, 2010.

GÓES, Maria Cecília Rafael de. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos Cedex**, ano XX, n. 50, abr. 2000.

GOMEZ, Gregorio Rodrigues; FLORES, Javier Gil; JIMÉNEZ, Eduardo García. **Metodología de la investigación cualitativa**. 2. ed., Ediciones Aljibe, 1999.

GOULART, Maria Ines Maфра. **A exploração do mundo físico pela criança**. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Orientador: Professor-Doutor Arnaldo de Moura Vaz. 2005.

_____; GOMES, Maria de Fátima Cardoso. A construção de conceitos em ciências naturais na interação em sala de aula. **III Conferencia de Pesquisa Sociocultural**. Campinas, SP. Julho, 2000.

HULSENDEGER, 2004. In: COLOMBO JR., Pedro Donizete; SILVA, Cibelle Celestino. **A percepção da gravidade em um espaço fisicamente modificado: uma análise a luz de Gastón Bachelard**. 2009.

LEBOEUF, Henri Araújo; BORGES, A. Tarciso. **Cai por causa do ar: a gravidade como ação à distância**. Colégio Técnico e Faculdade de educação, UFMG. 2002.

_____; BORGES, A. Tarciso. Conexões entre gravidade, Terra e interação à distância na construção de um modelo de mundo. **II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. Valinhos, SP, 1999.

MENEZES, Luiz Carlos de. Saber Ciências, direito e dever. **Revista Nova Escola**. Nº 224. Ago/2009.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, Phil H.; EL-HANI, Charbel Niño. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Florianópolis, nov. 2009.

_____. In: RADÉ, Tane da Silva; SANTOS, Renato P. dos. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de força. V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Apoio CNPq – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2008.

_____. **Perfil conceptual**: formas de pensar y hablar en las classes de ciencias. Infância y Aprendizaje, v. 24, n. 4, p. 475-490, 2001a.

_____.; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro. **Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 5-18, 2001b.

_____. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

_____. **Para além das fronteiras da química**: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. *Química Nova*, 20(2): 200-207, 1997.

_____. **Conceptual Change or Conceptual Profile Change?** *Science and Education*, 4, 267-285, 1995.

_____. **Evolução do atomismo em sala de aula**: mudança de perfis conceituais. São Paulo, Faculdade de Educação da USP. (Tese Doutorado), 1994.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **Kepler**: a descoberta das Leis do Movimento Planetário. Ilustrações de Sergio Kon. 2. ed. **Coleção Imortais da Ciência**. Coordenação de Marcelo Gleiser. São Paulo: Odysseus Editora, 2007.

_____. **Copérnico**: pioneiro da revolução astronômica. **Coleção Imortais da Ciência**. Coordenação de Marcelo Gleiser. São Paulo: Odysseus Editora, 2003.

MULLER, Fernanda; CARVALHO, Ana Maria Almeida (Org.). **Teoria e prática na pesquisa com crianças**: diálogos com William Corsaro. São Paulo: Cortez, 2009.

NARDI, Roberto; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 1 (2), p.132-144, 1996.

_____.; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **História da ciência x aprendizagem**: algumas semelhanças detectadas a partir de um estudo psicogenético sobre as ideias que evoluem para a noção de campo de força. Historia y epistemologia de las ciencias. Enseñanza de las ciencias, 12 (1), p. 101-106, 1994.

NUSSBAUM, Joseph. In: LEBOEUF, Henri Araujo; BORGES, Tarciso. **Cai por causa do ar**: a gravidade como ação à distância. 2002.

_____; NOVACK, Joseph Donald. In: CAMERON, Earlene. **Os resultados de pesquisa sobre equívocos infantis sobre a forma da Terra e da Gravidade**.

PALMER, David. IN: COLOMBO JR., Pedro Donizete; SILVA, Cibelle Celestino. **A percepção da gravidade em um espaço fisicamente modificado**: uma análise a luz de Gastón Bachelard. 2001.

PELIZON, Maria Helena. **O ensino de ciências na educação da infância numa perspectiva cultural e científica**: análise de aprendizagem de alunos-professores do programa de educação continuada. 2007.

PIAGET, Jean; GARCIA, Rolando. **Psicogênese e história das ciências**. Tradução de Giselle Unti. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

_____. A linguagem e o pensamento da criança. Tradução de Manuel Campos, revisão da tradução de Marina Appenzeller e Áurea Regina Sartori. **Coleção Psicologia e Pedagogia**. 7. ed. São Paulo, SP: Martins Fontes, 1999.

PINO, Angel. O conceito de mediação semiótica em Vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano. **Caderno Cedes**. São Paulo, n. 24, p. 32-43, 1991.

PLAISANGE, Érica; VERGNAUD, Gérard. **As ciências da educação**. Tradução de Nadyr de Salles Penteado e Odila Aparecida de Queiroz. São Paulo, SP: Edições Loyola, 2003.

PRIGOGINE, Ilya. **Ciência, razão e paixão**. ALMEIDA, Maria da Conceição de; CARVALHO, Edgard de Assis (Org.). 2. ed. Revisada e ampliada São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

QUADROS, Paula P. de & SANTOS, Renato P. dos. **A Energia nossa na Leitura de Cada Dia**. Acta Scientiae, Canoas, v. 7, n. 2, 2007.

RADÉ, Tane da Silva. **O conceito de força na física**: evolução histórica e perfil conceitual. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2005a.

_____; SANTOS, Renato P. dos. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de força. V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Apoio: CNPq – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. 2005b.

RESOLUÇÃO CNE/CEB 5/2009. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de dezembro de 2009, Seção 1, p. 18.

SANTOS, Renato Pires dos. **A Folha Seca, a Pedra, a Maçã e o Sputnik**: Algumas Considerações sobre a Gênese dos Conceitos de Peso e Massa. Comunicação apresentada no Congresso Internacional comemorativo do Centenário de Jean Piaget, Instituto Piaget, Almada, Portugal, 19 a 23 de Novembro de 1996.

SANTOS, Renato Pires dos; CARBÓ, Antonio Doménech. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de massa. IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. 2004. Jaboticabas, MG. SBF, 26 a 29 de outubro de 2004, São Paulo: SBF, 2005.

SCARPA, Daniela Lopes. **Linguagem do e no ensino de ciências**: o conhecimento científico e as interações em sala de aula na educação infantil. Tese de Mestrado. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. 2002.

SEPÚLVEDA, Cláudia de Alencar Serra. **Perfil conceitual de adaptação**: uma ferramenta para a análise de discurso de salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução. Universidade Federal da Bahia. Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Salvador, 2010.

_____; MORTIMER, Eduardo Fleury; EL-HANI, Charbel Niño. **Construção de um perfil para o conceito de adaptação evolutiva**. UFBA, UFMG, UEFS. 2007.

SOUZA, Carolina Rodrigues de. **A ciência na educação infantil**: uma análise a partir dos projetos e reflexões desenvolvidos pelos educadores infantis. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação do Centro de Educação de Ciências Humanas da Faculdade de São Carlos. 2008.

SOUZA, Marilene Proença Rebello (org). **Ouvindo crianças na escola**. Abordagens qualitativas e desafios metodológicos para a psicologia. 1ª ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2010.

SOUZA, Solange Jobim e. _____.; CASTRO, Lucia Rabello de. **Pesquisando com crianças**: subjetividade infantil, dialogismo e gênero discursivo. Apud: CRUZ, Silvia Helena Vieira (Org.). **A criança fala**. A escuta de crianças em pesquisas. São Paulo, SP: Cortez, 2008.

_____. Infância e linguagem: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin. **Coleção magistério, formação e trabalho pedagógico**. Campinas, SP: Papyrus, 1994.

STAKE, Robert E. **Investigación com estúdio de casos**. 2. ed. Madri: Ediciones Morata, 1999.

STEWART, Ian. **Dezessete equações que mudaram o mundo**. Tradução de George Schlesinger. Revisão técnica de Diego Vaz Bevilaqua. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.

STEFANI, Adria; LIMA, Valderez Marina do Rosário. Educação Infantil e o Conhecimento do Mundo. Ciênc. let. Porto Alegre, n. 43, p. 155-167, jan./jun. 2008.

STRATHERN, Paul. **Newton e a gravidade em 90 minutos**. Tradução de Maria Helena Geordane e consultoria de Álvaro Nogueira. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

TOMEI, Carlos. Euclides: a conquista do espaço. Ilustrações de Libero Malavoglia. 2. ed. **Coleção Imortais da Ciência**. Coordenação de Marcelo Gleiser. São Paulo: Odysseus Editora, 2006.

TULVISTE. Citado por MORTIMER (2001). In: MARTINS, Claudia. **O perfil conceitual e a construção de conceitos científicos em sala de aula**. Monografia de Licenciatura. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2008.

VALADARES, Eduardo. Newton: a órbita da Terra em um copo d'água. **Coleção Imortais da Ciência**. Coordenação de Marcelo Gleiser. São Paulo: Odysseus Editora, 2009.

VERGNAUD, Gérard. **Lev Vygotski**: pedagogo e pensador do nosso tempo. Tradução de Ayalla Kluwer de Aguiar. Porto Alegre: GEEMPA, 2004.

_____. Conceitos e Esquemas numa Teoria Operatória da Representação. **Revista de Psicologia Francesa**. 1985. n. 30, p. 245-252. Traduzido por Anna Franchi e Dione Lucchesi de Carvalho.

VIEIRA, Cássio. Einstein: o reformulador do Universo. Ilustrações de Sergio Kon. **Coleção Imortais da Ciência**. Coordenação de Marcelo Gleiser. São Paulo: Odysseus Editora, 2003.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

_____. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Organizado por Michael Cole *et al.* Tradução de José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7. ed. **Coleção Psicologia e Pedagogia**. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2007.

_____. Psicologia pedagógica. Tradução de Paulo Bezerra. 2. ed. **Coleção Psicologia e Pedagogia**. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2004a.

_____; LURIA, Alexandre Romano Novich; e col. **Psicologia e pedagogia**. Bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. Tradução de Rubens Eduardo Frias. 1. ed. São Paulo, SP: Editora Moraes Ltda, 2004b.

_____. A construção do pensamento e da linguagem. Tradução de Paulo Bezerra. **Coleção Psicologia e Pedagogia**. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2001.

_____; LURIA, Alexandre Romano Novich. Etyudy po istorii povedeniya: Obez'yana, primitive, rebenok [Ensayos sobre la historia del conocimiento: el mono, el hombre primitivo e el niño]. Moscú y Lenigrado: Gosudarstvennoe Izdatel'stvo (1930). In: WERTSCH, James V. **Vygotsky e la formación social de la mente**. Barcelona-Buenos Aires-México: Editora Paidós Iberica, 1988.

VOSNIADOU. In: LEBOEUF, Henri Araujo; BORGES, Tarciso. **Cai por causa do ar**: a gravidade como ação à distância. 1994a.

_____. In: BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição. **Conversando com Lara sobre a Terra e a Terra**. 1992, 1994b.

WALLON, Henri. do ato ao pensamento. Ensaio de psicologia comparada. Tradução de Gentil Avelino Tilton. Coleção Textos Fundantes de Educação. **Coleção Psicologia e Pedagogia**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

_____. **A evolução psicológica da criança**. Introdução de Émily Jalley, tradução de Cláudia Bertiner e revisão técnica de Izabel Galvão. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2007.

_____. **As origens do pensamento na criança**. Tradução Doris Sanches Pinheiro e Fernanda Alves Braga. São Paulo: Manole, 1989.

WATTS. M. Gravity - do not take it for granted! **Physics Education**, v.17, n.3, pp.116-121, 1982. In: SANTOS, Renato Pires dos. **A Folha Seca, a Pedra, a Maçã e o Sputnik**: Algumas Considerações sobre a Gênese dos Conceitos de Peso e Massa. Comunicação apresentada no Congresso Internacional comemorativo do Centenário de Jean Piaget, Instituto Piaget, Almada, Portugal, 19 a 23 de Novembro de 1996.

WATTS, M.; ZYLBERSZTAJN, A. A survey of some children's ideas about force. **Physics Education**, v.16, n.6, pp.360-365, 1981. In: RADÉ, Tane da Silva. **O conceito de força na física**: evolução histórica e perfil conceitual. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2005a.

WERTSCH, James V. In: COUTINHO, Francisco Ângelo; MORTIMER, Eduardo Fleury; EL-HANI, Charbel Niño. **Construção de um perfil para o conceito biológico de vida**. Investigações em Ensino de Ciências. v. 12 (1), p 115-137. 2007.

_____. **Texto e dialogismo no estudo da memória coletiva**. Educação e Pesquisa, v. 36, p. 121-130. Universidade de São Paulo, Brasil, 2010.

_____; RIO, Pablo Del; ALVAREZ, Amélia. **Estudos socioculturais da mente**. Tradução de Maria da Graça Gomes de Paiva e André Rossano Teixeira Camargo. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

_____.; SMOLKA, Ana Luiza Bustamante. **Continuando o diálogo**: Vigotiski, Bakhtin e Lotman. Apud: DANIELS, Harry (Org.). **Vygotsky em foco**: pressupostos e desdobramentos. Tradução de Mônica Saddy Martins e Elisabeth Jafet Cestari. Campinas, SP: Papirus, 1994.

_____. **Vygotsky e la formación social de la mente**. Barcelona-Buenos Aires-México: Editora Paidós Iberica, 1988.

ZUQUIERE, Rita de Cássia Bastos. **O ensino de ciências na educação infantil**: análise de práticas docentes. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Faculdade de Ciências. Bauru. São Paulo. 2007.