



Universidade Federal do Rio Grande



Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

Associação Ampla FURG / UFRGS / UFSM

**INTERAÇÕES DISCURSIVAS MEDIADAS  
EM MOVIMENTO  
DIALÓGICO E DIALÉTICO NO  
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Núbia Rosa Baquini da Silva Martinelli

Luiz Fernando Mackedanz e  
Jaqueline Ritter

Rio Grande  
2019

Universidade Federal do Rio Grande

Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências –

Química da Vida e Saúde

INTERAÇÕES DISCURSIVAS MEDIADAS EM  
MOVIMENTO DIALÓGICO E DIALÉTICO NO  
ENSINO DE CIÊNCIAS

Trabalho apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora, junto ao Programa de Pós-graduação Educação em Ciências – Química da vida e saúde.

Núbia Rosa Baquini da Silva Martinelli  
Orientador: Luiz Fernando Mackedanz  
Coorientadora: Jaqueline Ritter

Rio Grande, 2019.

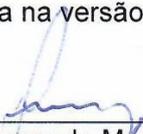


**ATA DE DEFESA DE DOUTORADO Nº 08/2019**

Aos dezenove dias do mês de junho de 2019, na Universidade Federal do Rio Grande - FURG, reuniu-se a Comissão Examinadora para a Defesa de Doutorado do(a) aluno(a) **Núbia Rosa Baquini da Silva Martinelli**, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz (orientador), Profa. Dra. Jaqueline Ritter (coorientadora), Prof. Dr. José Claudio Del Pino (UFRGS), Prof. Dr. Adail Ubirajara Sobral (FURG) e Prof. Dr. Otavio Aloisio Maldaner (UNIJUÍ). Título da tese **"INTERAÇÕES DISCURSIVAS MEDIADAS EM MOVIMENTO DIALÓGICO E DIALÉTICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS"**. Dando início à reunião, o(a) orientador(a) agradeceu a presença de todos e fez a apresentação da Comissão Examinadora. Logo em seguida, esclareceu que o(a) candidato(a) teria um tempo de **25 a 40 min** para a explanação de sua pesquisa, e cada membro da Comissão um máximo de **30min** para arguição. A seguir, passou a palavra ao(à) doutorando(a) que apresentou a pesquisa e respondeu às perguntas formuladas pela banca. Após discussão a Comissão reuniu-se para arguição conjunta e considerou a tese APROVADA. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata que após lida e aprovada, será assinada pela Comissão Examinadora.

Orientações/observações da Banca sobre a pesquisa:


Obs.: no caso de aprovação com restrições, as orientações e observações da banca devem ser acatadas pela doutoranda na versão final da pesquisa.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz (orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Jaqueline Ritter (coorientadora)

*video-conferência*  
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Claudio Del Pino (UFRGS)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Adail Ubirajara Sobral (FURG)

*video-conferência*  
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Otavio Aloisio Maldaner (UNIJUÍ)

Ficha catalográfica

M385i     Martinelli, Núbia Rosa Baquini da Silva.

Interações discursivas mediadas em movimento dialógico e dialético no ensino de ciências / Núbia Rosa Baquini da Silva Martinelli. – 2019.

203 f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Rio Grande/RS, 2019.

Orientador: Dr. Luiz Fernando Mackedanz.

Coorientadora: Dra. Jaqueline Ritter.

1. Produção curricular 2. Pesquisa-ação 3. Formação de conceitos científicos 4. Manifestações dos estudantes 5. Linguagem I. Mackedanz, Luiz Fernando II. Ritter, Jaqueline III. Título.

CDU 371.3:5

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho

A minha amorosa família:

Minha mãe, a professora Élide, por sempre me dizer que posso “ser mais”;

Meu pai Gilberto (*in memoriam*) por ter sido acolhimento e esteio;

Em especial ao Marcelo por compartilhar a vida e incentivar-me aos estudos;

Meus filhos Marcelo, Bruno e Bernardo por serem as luzes da vida e por proporcionarem amparo e ajuda;

Mana e mano Gisélida e David, por sempre (super)valorizarem minhas capacidades.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelos anjos que tenho encontrado no viver.

O corpo desta tese está repleto das vozes dos estudantes, de modo que os fragmentos das suas falas colocam-nos como coautores do texto. Assim, reconhecendo as “autorias positivas” dos estudantes, conforme o professor Miguel Arroyo, atribuindo importância à sua participação nos processos pedagógicos desencadeados, agradeço-lhes! Essas vozes expressam as suas próprias construções conceituais, além de opiniões e ideias sobre a escola por eles e elas vivida, sobre aprender e ensinar, sobre a vida e sobre como pode vir a ser a escola. Por isso e por terem concordado em participar desta pesquisa, compartilhando um pouco de si, agradeço-lhes profundamente.

Agradeço ao Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz pela disponibilidade e paciência ao orientar.

Agradeço muito especialmente à Profa. Dra. Jaqueline Ritter, minha coorientadora, por ter reconhecido meus esforços acadêmicos de leituras, interpretações e ressignificações, acreditando na potência da proposição teórico-prática de focar o trabalho de pesquisa nas vozes discentes e na possibilidade de produzir currículo na escola.

Agradeço também a todas e todos as/os professoras/es inspiradoras/es que tive na minha trajetória do-discente! Muitos deles estão ou estiveram na FURG.

Uma caminhada de mais 20 anos na educação básica só é possível com a colaboração, a ajuda e o incentivo de muitas pessoas, entre colegas professores, gestores e demais profissionais da escola. Assim agradeço a todas e todos que passaram pela minha vida profissional. Cada uma\um, da sua forma contribuiu para este resultado.

Agradeço especialmente às e aos colegas da Escola Municipal de Ensino Fundamental Cidade do Rio Grande, integrante ao Centro de Atenção Integral de Atenção à Criança e ao Adolescente – CAIC, localizado na Universidade do Rio Grande, como programa de Extensão. Agradeço também aos gestores desse centro André Lemes e Débora Amaral, por terem fortalecido os movimentos de formação

continuada na escola e, além disso, nunca terem obstado meus movimentos formativos externos.

Agradeço às e aos colegas à Escola Municipal de Ensino Fundamental João de Oliveira Martins, especialmente ao seu diretor Prof. Jorge Antônio de Oliveira Satt, por compreender e incentivar movimentos formativos das(os) professoras(es).

Os professores Dr. Moacir Langoni de Souza e Dra. Aline Guerra Dytz, merecem especial agradecimento por terem sido acolhidos na Universidade, estudantes do Ensino Fundamental, acreditando que eles poderiam de fato ali ter uma concreta experiência de aprendizagem, o que de fato ocorreu. A eles: muito obrigada!

Agradeço aos colegas do GEQPC: Grupo de Pesquisa Educação Química na Produção Curricular na Área de Ciências da Natureza, pela parceria e pelas aprendizagens e ao Centro de Apoio ao Ensino de Ciências, Matemática e Educação Ambiental – CEAMECIM e suas equipes, que ao longo dos anos proporcionaram movimentos formativos de que tive a oportunidade de participar.

Sem as políticas públicas de valorização da formação inicial e continuada de professores, instituídas desde os anos 2003 até 2016, no Brasil, não haveria incentivos à formação continuada de professores, bem como expansão da rede pública federal de educação, por isso agradeço aos agentes públicos que formularam e implantaram tais políticas.

Finalmente agradeço ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, campus Rio Grande, pela licença para capacitação concedida, especialmente às e aos colegas que compreenderam a necessidade de “estar em formação”. Agradeço mais diretamente às e aos colegas do Grupo de Pesquisa em Educação Profissional e Tecnológica do IFRS, do campus Rio Grande sob a liderança da Profª. Dra. Cleiva Aguiar de Lima.

*“O mundo (para qualquer dos sentidos desta palavra) tem de ser urgentemente re-considerado” (Ricardo Timm de Souza).*

## RESUMO

Estudou-se a relação entre os movimentos de ensinar e de aprender ciências naturais no contexto da sala de aula de Ciências do Ensino Fundamental, com foco nas interações discursivas. Trata-se de pesquisa qualitativa, exploratória, do tipo pesquisa-ação segundo Carr e Kemmis (1988), desenvolvida em duas escolas municipais de Ensino Fundamental, partindo da premissa de que o trabalho pedagógico que fomenta a expressão dos estudantes é capaz de gerar movimentos de ensinar e aprender dialógicos e dialéticos, nos quais as interações verbais proporcionam formulações conceituais dos estudantes a partir das mediações da professora-pesquisadora. Tem-se por hipótese de pesquisa que através da escuta atenta das manifestações dos estudantes imersos em processos ativos de aprender é possível legitimar essas manifestações como potencializadoras de mediações operativas no processo pedagógico. Assim os movimentos que delineiam o caminho da pesquisa-ação são: partir de um fenômeno de interesse pedagógico-científico, acolher as ideias dos estudantes como ferramentas de cognição (palavras, conceitos e relações) e inserir mediações. Pretendeu-se demonstrar um modo de desenvolver o componente curricular de Ciências Naturais, superando o ensino instrucional, em favor de um ensino contextualizado, que considera as motivações dos estudantes na relação com as mediações docentes como possibilidades de aprender e ensinar. Move nossa práxis a questão de pesquisa: por que processos (como) as manifestações dos estudantes em sala de aula podem mobilizar mediações entre os movimentos de ensinar e aprender, para que a aprendizagem possa ocorrer dialógica e dialeticamente? O objetivo geral da pesquisa consistiu em reconhecer como ocorrem as relações de mediação em sala de aula e como se dá a construção conceitual dos estudantes imersos em processos ativos e mediados pelo ensinar e pelo aprender. A produção do material de análise (corpo empírico) deu-se através de filmagens e transcrição das aulas nas turmas em que a professora de Ciências constituiu-se como professora-pesquisadora. A análise ocorreu segundo a teoria bakhtiniana das “interações discursivas”, na qual a linguagem é fundamentalmente analisada como categoria fundante dos movimentos de ensinar e aprender, buscando responder à questão de pesquisa. Com esses movimentos, consideramos que estamos produzindo o currículo em ação, que resulta em elaboração conceitual, pelos estudantes, que ressignificam, dialogicamente, os fenômenos científicos em estudo, como apresentado nos capítulos IV e V. Estes trazem extensas discussões de resultados, que se evidenciam pelas “costuras teóricas” entre as construções conceituais discentes e os fundamentos teóricos do trabalho. Essas discussões apontam, demonstram e discutem as construções conceituais dos estudantes, na dialogia da aula, bem como suas ideias sobre ensinar e aprender e sobre a escola. As construções de conceitos científicos constituem-se analiticamente, na tessitura da pesquisa, mediante Temas de Enunciação, que prefiguram, conduzem e demonstram conceitos em relação, formados através das interações discursivas, pelas quais se exerce a mediação docente, utilizando conceitos e instrumentos, como meios mediacionais. A dialogia da aula é assim reproduzida/refratada (BAKHTIN, 2003) analiticamente, pela interpretação da professora-pesquisadora, o que permite concluir, através da teorização da prática, em reciprocidade com a prática teorizada que a pesquisa-ação centrada na relação entre ensinar e aprender instaura o redirecionamento das ações curriculares, configurando a produção curricular guiada pelas manifestações dos estudantes imersos em processos interativos e mediados, e que esses processos, produzidos na ação, são potencialmente transformadores, tanto para o currículo, quanto para a aprendizagem discente e docente.

**Palavras-chave:** Produção curricular; Pesquisa-ação; Formação de conceitos científicos; Manifestações dos estudantes, Linguagem.

## ABSTRACT

It is studied the relationship between the movements of teaching and learning natural sciences in the context of the classroom of Sciences of Elementary Education, focusing on discursive interactions. It is a qualitative, exploratory research of the type research-action according to Carr and Kemmis (1988), developed in two municipal schools of Basic Education, starting from the premise that the pedagogical work that foments the expression of the students is able to generate movements to teach and to learn dialogic and dialectic, in which the verbal interactions provide conceptual formulations of the students from the mediations of the teacher-researcher. It is a hypothesis of research that through attentive listening of the manifestations of the students immersed in active processes of learning, it is possible to legitimize these manifestations as potential of operative mediations in the pedagogical process. Thus, the movements that outline the path of action research are: starting from a phenomenon of pedagogical interest, welcoming students' ideas as tools of cognition (words, concepts and relations) and inserting teaching mediations. It is intended to demonstrate a way to develop the curricular component of Natural Sciences, surpassing instructional teaching, in favor of a contextualized teaching, which considers the motivations of students in relation to teacher mediations as possibilities of learning and teaching. It moves our praxis to the question: why processes (such as) the manifestations of students in the classroom can mobilize mediations between the movements of teaching and learning, so that learning can occur dialogically and dialectically? The general objective of the research is to recognize how mediation relations in the classroom occur and how the conceptual construction of students immersed in active and mediated processes through teaching and learning takes place. The production of the material of analysis (empirical body) occurred through filming and transcription of the classes in the classes in which the teacher of Sciences is constituted as professor-researcher. The analysis took place according to the Bakhtinian theory of "discursive interactions", in which language is fundamentally analyzed as a foundational category of the movements of teaching and learning, seeking to answer the main question of research. With these movements, we consider that we are producing the curriculum in action, which results in conceptual elaboration by the students, who reaffirm, dialogically, the scientific phenomena under study, as presented in Chapters IV and V. These bring extensive discussions of results, evidenced by the "theoretical seams" between the student conceptual constructs and the theoretical foundations of the work. These discussions point to, demonstrate and discuss the conceptual constructs of students in the classroom dialogue as well as their ideas about teaching and learning and about school. These constructions of scientific concepts constitute analytically, in the context of research, through Themes of Enunciation, which prefigure, lead and demonstrate concepts in relation, formed through the discursive interactions, through which teacher mediation is exercised, using concepts and instruments, as mediational means. The classroom dialogue is thus reproduced \ refracted (BAKHTIN, 2003) analytically, by the interpretation of the teacher-researcher, which allows to conclude, through the theorizing of practice, in reciprocity with the theorized practice that, point out that action research centered on the relationship between teaching and learning establishes the redirection of curricular actions, configuring curriculum production guided by the manifestations of students immersed in interactive and mediated processes, and that these processes, produced in action, are potentially transformative, both for the curriculum, and for student and teacher learning.

**Keywords:** Curricular production; Action research; Formation of scientific concepts; Manifestations of students, Language.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Trabalhos apresentados pelos estudantes em forma de seminários .....	41
Figura 2: 1º e 2º Movimentos analíticos de constituição do Eixo temático Visão discente sobre as vivências escolares .....	57
Figura 3: Fotografias de aula do 7º ano .....	71
Figura 4: 1º e 2º Movimentos analíticos de constituição do Eixo temático Fenômenos Químicos e Físicos .....	73
Figura 5: Fotografias das aulas Modelo de vulcão e Fermentação .....	94
Figura 6: 1º e 2º Movimentos analíticos de constituição do Eixo Temático Gráficos e representação matemática.....	95
Figura 7: Fotografias das aulas Gráficos 1 e Gráficos 2 .....	106
Figura 8: 1º e 2º Movimentos analíticos de constituição do Eixo temático Seres vivos .....	107
Figura 9: Fotografias de produções dos estudantes e da saída de campo .....	122
Figura 10: 1º e 2º Movimentos analíticos de constituição do eixo temático Método experimental e instrumentos científicos .....	123
Figura 11: Fotos de aulas do 7º ano .....	133
Figura 12: Constituição dos Eixos Temáticos Natureza da Ciência e Linguagem Científica .....	135
Figura 13: Planejamento inicial da aula Marés comparado aos conteúdos desenvolvidos .....	153
Figura 14: Fotografias de aulas do 9º ano .....	156
Figura 15: Fotografias de aulas do 9º ano e produções dos estudantes .....	175
Figura 16: Espiral autorreflexiva dos movimentos de ensinar e aprender nas aulas do 9º ano.....	178
Figura 17: Espiral autorreflexiva dos movimentos de ensinar e aprender nas aulas do 7º ano.....	178
Figura 18: Trabalhos produzidos pelos estudantes do 9º ano e fotografia de trabalhos produzidos pelos estudantes .....	180

Figura 19: Fotografias de aulas do 7º ano.....	161
Figura 20: Fotografias da capas das principais obras referenciadas .....	203

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados objetivos das aulas. ....	38
Tabela 2: Exemplo de primeiro movimento analítico: recorte das transcrições e identificação de palavras-chave e de falantes .....	47
Tabela 3: Exemplo de movimento de primeira demarcação discursiva .....	49
Tabela 4: Exemplo de movimento de segunda demarcação, com agrupamento de prototemas.....	50
Tabela 5 – Prototemas das enunciações: Aulas do 7º ano .....	52
Tabela 6 : Temas de enunciação das aulas do 7º ano .....	54
Tabela 7: Legenda para a organização das falas dos enunciados .....	56
Tabela 8: Objetivos da aula Modelo de vulcão .....	83
Tabela 9: Resumo dos processos vitais estudados na aula Fermentação e as respectivas trocas gasosas .....	120
Tabela 10: Prototemas das enunciações em relação com os objetivos das aulas e os conceitos desenvolvidos.....	134
Tabela 11: Temas das enunciações distribuídos em eixos temáticos .....	136
Tabela 12: Aspectos da analogia trabalhados na Aula 3 .....	144
Tabela 13: Meios mediacionais do Eixo temático Visão discente sobre as vivências escolares.....	182
Tabela 14: Meios mediacionais do Eixo temático Fenômenos Químicos e Físicos.....	182
Tabela 15: Meios mediacionais do Eixo temático Gráficos e representação matemática.....	182
Tabela 16: Meios mediacionais do Eixo temático Seres Vivos .....	183
Tabela 17: Meios mediacionais do Eixo temático Método experimental e instrumentos científicos .....	183

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	16
I. APRESENTAÇÃO DOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	22
1.1. Pesquisando a própria prática: Pressupostos da pesquisa-ação emancipatória.....	22
1.2. Formação conceitual via interações discursivas dialógicas .....	26
1.3. Constituição da professora-pesquisadora .....	32
II. DESENHO METODOLÓGICO .....	35
2.1. Produção do corpo empírico .....	36
2.1.1. Aulas do 7º ano .....	39
2.1.2. Aulas do 9º ano .....	40
2.2. Caracterização das escolas .....	42
2.2.1. Escola A .....	42
2.2.2. Escola B .....	43
III. DEMONSTRAÇÃO DA DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....	44
IV. ANÁLISE DAS AULAS DO 7º ANO .....	52
4.1. Eixo Temático Visão Discente sobre as Vivências Escolares .....	57
4.2. Eixo Temático Fenômenos Químicos e Físicos .....	73
4.3. Eixo Temático Gráficos e Representação Matemática .....	95
4.4. Eixo Temático Seres Vivos .....	107
4.5. Eixo Temático Método Experimental e Instrumentos Científicos .....	123
V. AULAS DO 9º ANO .....	134
5.1. Eixo temático Natureza da Ciência .....	137
5.2. Eixo Linguagem Científica .....	158
VI. RESUMO DA ANÁLISE – TEMAS DE ENUNCIÇÃO, CONSTRUÇÃO CONCEITUAL E MOVIMENTOS DO-DISCENTES.....	176

VII. DIFICULDADES ENCONTRADAS NO PROCESSO DA PESQUISA- AÇÃO .....	185
7.1. Palavras finais e conclusões .....	190
VIII. REFERÊNCIAS .....	194

## INTRODUÇÃO

*“sempre será possível ao espírito científico [ ] sair da contemplação do mesmo para buscar o outro, para dialetizar a experiência” (BACHELARD, 1996, p. 21).*

Sobre o que deve pesquisar uma professora da educação básica? Deve pesquisar o que a inquieta, ensinou o Programa de Pós-graduação Educação em Ciências. E o que inquieta esta professora-pesquisadora está na escola, faz parte dela intrinsecamente, mas não é uma característica, fato ou dado, pois em se tratando da escola real, tudo é dinâmico. A escola contemporânea, diagnosticada e escrutinada por meio dos estudos acadêmicos, bem como aquela vivida cotidianamente é como um amálgama multifatorial, resultante de várias inter-relações que determinam problemas intrínsecos e extrínsecos conferindo-lhe limitações que a produção acadêmica tem apontado, abundantemente. Mas entre tantas interpretações diferentes sobre a escola básica, há uma ideia disseminada, senão um argumento mais ou menos consensual, de que muitas atividades contemporâneas não seriam reconhecidas por alguém do passado; mas as atividades escolares, sim, porque seguem iguais, apesar das rápidas transformações no mundo contemporâneo.

Entre todos esses aspectos e relações, o que mobiliza nossa atenção nesse amálgama de problemas e vicissitudes, sem desprezo aos demais fatores, é a figura do estudante da escola básica, sua voz ou sua mudez, suas possibilidades, suas potências e seus saberes. Como saberes não nos referimos aos conhecimentos acumulados pela humanidade, transformados em conteúdos pedagógicos, que esperamos, todos façam a sua apropriação possível. Tampouco focamos a análise em concepções prévias, embora não desdenhemos da sua importância. Por saberes entendemos os conhecimentos que os estudantes se tornam capazes de construir, em ações autônomas, processuais, dialógicas e dialéticas, apropriando-se do patrimônio cultural da humanidade, a partir das interações das quais participam.

Ensinar e aprender na contemporaneidade demandam olhares atentos a um panorama intrincado e fluido de inter-relações, que nos faz refletir sobre a prática escolar, que no nosso entender, deve superar suas formas estáticas, em favor de forma

móveis, que captem as oportunidades de ensinar e aprender, as quais se desenham no momento da interação pedagógica, que é fundamentalmente discursiva. Isso não descaracteriza o planejamento com intenções docentes de ensino, levando em conta os saberes historicamente acumulados pelas sociedades. Entretanto, não se pode mais esperar os *feedbacks* das aprendizagens, obedecendo à velha dinâmica pedagógica instrucional formada por ministra-exercita-consolida-cobra, própria da educação bancária (FREIRE, 1996), que, como tal, deposita informações e depois espera do estudante, a sua reprodução nos momentos avaliativos. Demo (1991) chama aulismo à prática de aula em que só se exercita o ensino e se repassa, no dizer do autor, conhecimento de segunda mão, na qual criações e recriações não são incentivadas e promovidas, dificultando o movimento de aprender. Também, Arroyo (2017) trata como ‘aulista’ a conduta do/a professor/a que ignora os interesses dos estudantes, e em detrimento dos mesmos, privilegia metas relacionadas a escores e avaliações externas.

Em se tratando da educação escolar, repetem-se queixas sobre as deficiências de aprendizagem dos estudantes. E, reputam-se essas deficiências geralmente aos níveis anteriores de escolarização que já resulta em uma expressão comum em circulação tanto na escola quanto na Universidade: falta de base. Considerando-se as Ciências da Natureza e o seu aprendizado deficiente, também, no Ensino Fundamental isto deve-se, em parte, ao seu caráter descontextualizado e pouco relacionado às demais áreas e disciplinas, resultando assim, em aprendizagens insuficientes. Estas por sua vez fazem-se notar ao longo desse nível de ensino e mais marcadamente no Ensino Médio, no qual as disciplinas de Física, Química e Biologia necessitam da base conceitual que deve ser desenvolvida na etapa escolar anterior. Não é diferente nos cursos universitários da área das Ciências Exatas (RESENDE; MESQUITA, 2012); (TORRES, 2012); (FILHO et. al., 2007).

No ensino das ciências naturais, Pietrocola (1999) diagnostica que: “Na sala de aula, ainda distante das teses construtivistas, os conteúdos científicos são tratados pelos professores numa concepção excessivamente formal. Nela, os alunos participam de uma espécie de jogo cujas regras e táticas só são pertinentes ao contexto escolar” (PIETROCOLA, 1999, p. 219).

A partir dessas ideias promovemos e pesquisamos práticas curriculares dialéticas e dialógicas que se formam em movimentos de ensinar e aprender integrados e articulados, nos quais as manifestações dos estudantes, imersos em processos mediados, dão pistas que orientam a professora, quanto ao replanejamento necessário no

curso da aula e no decurso das ações curriculares. A linguagem verbal e corporal são as vias dessa comunicação, que dá indícios das aprendizagens havidas, bem como das fragilidades ou dificuldades nas elaborações conceituais e, sobretudo das curiosidades e motivos que movem o interesse discente.

Assim perseguimos – via linguagem – os meios mediacionais que influenciam tanto as aprendizagens dos estudantes, tornando-os mais capazes, quanto orientam o replanejamento da professora, que interpreta sua práxis em forma de pesquisa-ação. De acordo com Vygotsky (2001), aprendizagem é uma modificação ativa no sujeito por meio de novos esquemas mentais, oriunda de processos comunicativos mediados por instrumentos e signos, inseridos pelo sujeito mais experiente, acontecendo no seio de uma cultura, sob influência de sua historicidade. É então a concretização do potencial de desenvolvimento de todos os envolvidos em interações discursivas, que ocorre por meio da mediação inserida. Assim, a Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP), conforme Vygotsky (2001) caracteriza-se por possibilidades de aprendizagens que se realizam, com o auxílio de um parceiro mais capaz, através da linguagem, que está sempre em interação simbiótica com o pensamento.

Assim o objeto de estudo que constituímos nesta Tese situa-se na relação pedagógica entre os movimentos de ensinar e aprender na educação básica, na sala de aula, guiados pela recorrente interrogação, qual seja, o que há aí que não vem ocorrendo a contento? Nosso foco de análise está nas manifestações dos estudantes, como elementos essenciais, para embasar e orientar os passos para o ensino do\ a professora\ a, configurando movimentos dialógicos que possam resultar em aprendizagens efetivas. Nessa direção objetivamos responder à questão de pesquisa: *por que processos (como) as manifestações dos estudantes em sala de aula podem mobilizar mediações entre os movimentos de ensinar e aprender, para que a aprendizagem possa ocorrer dialógica e dialeticamente?*

Este não é um trabalho de diagnóstico, embora, sua composição necessite valer-se de diagnósticos feitos por outros pesquisadores. É antes um trabalho analítico, que foca nas manifestações dos estudantes e da professora em sala de aula, apostando que as interações aí existentes são capazes de apontar o redirecionamento necessário do curso da aula e do programa de ensino, para que a aprendizagem possa ocorrer dialógica e dialeticamente, isto é, de acordo com as necessidades discentes e docentes que emergem no processo.

Assim privilegia-se na pesquisa, a análise dos processos pedagógicos mediados entre ensinar e aprender, na sua ocorrência concreta, uma vez que de acordo com Pereira e Lima Júnior (2014):

Ao invés de avaliar o potencial de produtos educacionais tais como textos de apoio, simulações computacionais e atividades experimentais a partir de metodologias baseadas em pré e pós-testes, outra possibilidade, bastante praticada nas pesquisas em ensino de ciências, é a análise das atividades conduzidas no plano social da sala de aula (através da gravação em vídeo, por exemplo). Que ações do professor dão mais suporte à atividade realizada pelo aluno? Como cada aluno contribui para a realização da tarefa como um todo? De que forma as novas ferramentas psicológicas, introduzidas em sala de aula, possibilitam novas habilidades mentais? Questões como essas poderiam constituir uma agenda para pesquisas fundamentadas na abordagem vygotskiana. (p. 532, parênteses no original).

Ao formular esse propósito, assumem-se os seguintes pressupostos sobre os processos de ensinar e de aprender: são dinâmicos, multirreferenciados, interdependentes, mas não são automaticamente associados, por isso devem ser dialógicos; e, fundamentalmente devem ser mediados. Nessa caracterização importa compreender que entre esses dois movimentos pedagógicos, em que pese toda a pesquisa acadêmica e toda a vivência escolar, há ainda sobre o que teorizar. É acerca desta teorização que esperamos contribuir com a realização da presente pesquisa.

Por outro lado, sentimos como grandemente desafiadora a tarefa de pesquisar a escola e a sala de aula, chegando a termo-nos perguntado: por que envidar esforços para investigar o lócus mais democraticamente acessível hoje que é a escola? Ou seja: o que pode haver para ser investigado em um lugar onde todos vão e passam anos de suas vidas, em convívio diário? Não obstante, acreditamos que, a despeito da aparente banalidade da escola e de suas dinâmicas, existem processos e fenômenos escolares a serem desvelados. É, portanto, no interior da relação pedagógica entre ensinar e aprender, que esta pesquisa se propõe a iluminar o cotidiano escolar, focando nos movimentos de ensinar e de aprender Ciências, no Ensino Fundamental.

Com base nesses pressupostos e princípios, apresentamos a hipótese de pesquisa: A partir da escuta atenta às manifestações dos estudantes imersos em processos ativos de aprender é possível legitimar essas manifestações como potencializadoras das mediações operativas no processo pedagógico. Assim delinea-se o caminho da investigação-ação: partir do fenômeno, acolher as ideias dos estudantes, como ferramentas de cognição (palavras, conceitos e relações) e inserir mediações, esperando como resultado elaborações conceituais, pelos estudantes que ressignificam, dialogicamente, os fenômenos.

O objetivo geral da pesquisa é: Reconhecer como ocorrem as relações de mediação em sala de aula, por meio das enunciações, e como os meios mediacionais potencializam as construções conceituais dos estudantes. No cumprimento desse objetivo, esperamos dar visibilidade, através das enunciações, acerca do que pensam e como pensam os estudantes do Ensino Fundamental sobre as práticas escolares vividas, sobre os conceitos que se tornam capazes de formular e sobre as dinâmicas pedagógicas dialógicas e dialéticas das quais participam.

Assim este trabalho de pesquisa é sobre a educação escolar, mas antes é *na e para* a educação escolar (CARR e KEMMIS, 1988) básica, na área de Ciências Naturais. Adotamos o pressuposto de que produção curricular compõe-se, além de outros fatores, dos movimentos de ensinar e aprender no ambiente educativo; em um processo dialeticamente mediado pela qualidade dessas interações, sendo função do docente, atuar na produção curricular, uma vez que:

Os currículos escolares mantêm conhecimentos superados, fora da validade e resistem á incorporação de indagações e conhecimentos vivos que vêm da dinâmica social e da própria dinâmica do conhecimento. É dever dos docentes abrir os currículos para novos conhecimentos e garantir o seu próprio direito e o dos alunos á rica, diversa e atualizada produção de conhecimentos e de leituras e significados (ARROYO, 2017, p. 37).

No intuito de tecer respostas à questão de pesquisa, estabelecemos os objetivos específicos do trabalho de pesquisa:

- Identificar formas discursivas (enunciações dos estudantes e da professora) que indiquem elaborações e recriações da linguagem científico-escolar.
- Reconhecer e demonstrar indícios de significação conceitual, por parte dos estudantes, em termos da evolução do perfil conceitual e sua relação com os meios mediacionais.

O relatório de tese compõe-se de capítulos, que contemplam os seguintes tópicos: no 1º capítulo apresentam-se os fundamentos teóricos, em forma de subitens, contendo *Pressupostos da pesquisa-ação emancipatória e Formação conceitual via interações discursivas dialógicas*. Finaliza-se com um subtítulo que discute a *Constituição da professora-pesquisadora* seção na qual explicitamos os caminhos profissionais e acadêmicos percorridos pela autora, que a levaram a esta pesquisa. Intitulamos o capítulo I de **Apresentação de Fundamentos Teóricos**, porque eles não se esgotam neste capítulo, estando presentes em todo o texto, compondo os capítulos III, IV e V, nos quais se faz uma extensa discussão dos resultados da pesquisa. No 2º capítulo, apresenta-se o **Desenho metodológico**, cujo objetivo é explicitar e explicar os

métodos utilizados, discutindo a escolha pela pesquisa-ação e como se dá sua produção na pesquisa, dividindo-se em *Produção e análise do corpo empírico* e *Caracterização das escolas*.

O terceiro capítulo traz explicações e demonstrações de como foi produzida a **Discussão dos resultados**, encaminhando a compreensão dos capítulos IV e V que são a alma dissecada da pesquisa, dividindo-se entre a análise das aulas do 7º e do 9º ano, respectivamente, compondo-se cada um de várias seções, de acordo com os temas das enunciações formulados, organizados em eixos temáticos. Assim, os capítulos IV e V trazem extensas discussões, que explicitam como os temas de enunciação constituíram-se e foram organizados. No capítulo VI, apresentamos um **Resumo** de ambas análises. O capítulo VII discute as **Dificuldades encontradas no processo da pesquisa-ação**, englobando as reflexões conclusivas, após apresentamos as referências utilizadas na pesquisa.

## I. APRESENTAÇÃO DOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS

*É preciso então reavivar a crítica e pôr o conhecimento em contato com as condições que lhe deram origem, voltar continuamente a esse "estado nascente" [ ] ao momento em que a resposta saiu do problema (BACHELARD, 1996, p. 51).*

### 1.1. Pesquisando a própria prática: Pressupostos da pesquisa-ação emancipatória

Empreendemos a pesquisa-ação segundo Carr e Kemmis<sup>1</sup> (1988) que visa analisar interações discursivas mediadas, em sala de aula, com o objetivo de compreender como essas interações podem desencadear aprendizagens discentes e docentes, no processo. Nesta modalidade de pesquisa qualitativa e exploratória, a professora constitui-se como professora-pesquisadora e passa a pesquisar sua própria sala de aula, conforme recomendam Contreras (1994); Demo (1997), Ziechner (1998), Ponte (2002), Schnetzler (2002), Nóvoa (2014), dentre outros. Trata-se de uma forma de aproximar as discussões sobre produção curricular, do locus por excelência onde se dá sua operacionalização, que é a escola e a sala de aula (THIESEN, 2012).

Ponte (2002) elenca quatro razões fundamentais para o/a professor/a da escola de educação básica tornar-se pesquisador/a de sua própria prática:

- (i) para se assumirem como autênticos protagonistas no campo curricular e profissional, [ ] (ii) como modo privilegiado de desenvolvimento profissional e organizacional; (iii) para contribuir para a construção de um patrimônio de cultura e conhecimento dos professores; [ ] e (iv) como contribuição para o conhecimento mais geral sobre os problemas educativos. (PONTE, 2002, p. 3).

Já Zeichner (1998) traz o argumento de Lyttle e Cochran-Smith, de que “os professores são os únicos que estão em situação privilegiada para fornecer uma visão de dentro da escola. Essa visão não é possível de ser obtida por outros de fora do ambiente” (ZEICHNER, 1998, p. 8). E Carr e Kemmis (1988) reiteram a importância de a pesquisa educativa ocorrer na própria escola:

A única fonte autêntica em matéria de teorias e saberes sobre educação são as experiências práticas de onde derivam esses problemas e a própria missão da

---

<sup>1</sup> Todas as traduções apresentadas desta obra são da autora da pesquisa.

pesquisa educativa consiste em formular teorias baseadas na realidade dessa [mesma] prática educativa<sup>2</sup>” (CARR e KEMMIS, 1988, p. 137).

Os autores, abordando outro aspecto da atuação de professoras\es da escola básica apontam que a competência profissional docente não consiste em delinear sequências fechadas e pré-determinadas, ou outros meios

que “conduzam” os discípulos a resultados de aprendizagem previstos; ao contrário, [deve agir no sentido] em direcionamento e redirecionamentos, sempre espontâneos e flexíveis, da empreitada da aprendizagem, orientada por uma leitura perceptível das sutis mudanças e reações dos demais participantes nessa empreitada<sup>3</sup> (CARR; KEMMIS, 1998, p. 54, aspas no original).

Assim pensamos, com esses autores, que a escola e a sala de aula não devem resumir-se a colocar em prática um currículo formulado fora delas. Pretendemos tencionar teoricamente essa situação, acerca da produção curricular e das políticas de currículo, na sala de aula (ARROYO, 2017), atendo-nos aos aspectos curriculares que são próprios desse espaço-tempo<sup>4</sup> e atentando para a relação dialógica entre os movimentos de ensinar e aprender. De acordo com Freire (1996), a dialética desses movimentos é dialógica sendo que “O ensinar se dilui na experiência realmente fundante de aprender” (p. 12), não existindo então docência sem discência. Essa dualidade complementar destacada pelo autor integra a matriz do seu pensamento que privilegia a unidade dialética entre teoria e prática, a qual se dá, na prática pedagógica, por meio do diálogo fraterno e o quanto possível simétrico, com aceitação e incentivo à palavra do educando.

Entendemos, com Goulart (2009) que “focalizando aspectos argumentativos do processo de ensinar-aprender, o movimento discursivo de construção do conhecimento deva vir à tona” (p. 15). Por isso o esforço investigativo nesta pesquisa centra-se nas interações mediadas na relação pedagógica na sala de aula, uma vez que “... o espaço

---

<sup>2</sup> La única fuente auténtica en materia de las teorías y los saberes en materia de educación son las experiencias prácticas donde derivan esos problemas y la misión propia de la investigación educativa consiste en formular teorías basadas en la realidad de la práctica educativa.

<sup>3</sup> Que "conduzcan" a los discípulos hacia unos resultados de aprendizaje previstos; sino en una dirección y redirección, siempre espontáneas y flexibles, de la empresa del aprendizaje, orientadas por una lectura perceptiva de los sutiles cambios y reacciones de los demás participantes en dicha empresa.

<sup>4</sup> Espaço-tempo é uma ideia\conceito que tem sido usada para denotar as características de ocasiões em que têm lugar interações dependentes do contexto, em que se revezam atos de fala ou outros meios de expressão orientados a outrem, que caracterizam um modo discursivo (gênero). O próprio Bakhtin usa a palavra espaço-tempo-sentido, (e sua contração cronotopo) para expressar o “todo do herói” (BAKHTIN, 1997, p. 153) e dá pistas (BAKHTIN, 2006) sobre a constituição do espaço-tempo, ao teorizar sobre as características do gênero discursivo.

pedagógico é um *texto* para ser constantemente “lido”, interpretado, “escrito” e “reescrito” (FREIRE, 1996, p. 109, aspas e itálico no original).

Nesse sentido Arroyo (2017), teorizando sobre a identidade do docente da educação básica, que detém o que ele chama de autorias ocultas e silenciadas, defende que o foco no estudante, nas suas formas de ser e viver, seus valores e identidades deve ser considerado pelos/as professores/as nos movimentos de ensinar e aponta que: “Por aí passam movimentos ignorados de reorientação curricular. [E questiona] Por que os currículos ignoram essa riqueza pedagógica, curricular construída por tantos docentes-educadores em sala de aula e onde vão se conformando em suas identidades profissionais?” (p. 31 e 32). O autor desenrola sua reflexão chamando a atenção para o processo de ressacralização do currículo.

Entre os pressupostos da pesquisa-ação (CARR e KEMMIS, 1988), acerca da produção curricular, está a práxis do pesquisador de considerar os participantes como legítimos no diálogo e em condições de igualdade, o que enseja a possibilidade de interações dialógicas. Na presente pesquisa, ressalva-se a condição dos estudantes, apenas como pessoas que ainda não dominam os conhecimentos que a professora domina. Assim as relações estabelecidas nos enunciados analisados pautam-se pelo absoluto respeito aos pressupostos da educação libertária freireana, com ênfase na promoção e atenção às manifestações dos estudantes. Esse respeito materializa-se na busca constante de estabelecer relações simétricas com os estudantes, instigando-os a dizerem a sua palavra (FREIRE, 1996). Esta postura da professora-pesquisadora, por vezes assume contornos dicotômicos, apontados pelo próprio autor, pois não pode, em nome de manter boas relações pessoais com a turma, deixá-la em um estado de conforto, em que os estudantes apenas reproduzem, na aula, práticas costumeiras próprias da educação bancária (FREIRE, 1996; 1987). Assim, é necessário um trabalho constante, na ação pedagógica, de convencimento dos estudantes da necessidade de eles se manifestarem durante o processo. Esse convencimento ocorre no processo (nas aulas em si) consubstanciando-se pelo exercício da escuta atenta, pelo incentivo à participação e valorização de cada palavra e gesto dos estudantes, tendo em mente que:

Ensinar e aprender tem que ver com o esforço metodicamente crítico do professor de desvelar a compreensão de algo e com o empenho igualmente crítico do aluno ir *entrando* como sujeito, em aprendizagem, no processo de desvelamento que o professor ou professora deve deflagrar (FREIRE, 1996, p. 134, itálico no original).

Diante disso cumpre-nos esclarecer que a escolha das turmas em que se realizou a pesquisa levou em conta a percepção, com algum grau de subjetividade, da professora sobre as turmas, suas características coletivas como empatia, gosto pela Ciência, receptividade, disposição para o trabalho discente dentre outros fatores, como será explicado na seção 3.1. Carr e Kemmis (1988), citando K. Lewin, a quem se atribui a expressão *accion research*, dizem que ele “sublinhava o valor que tem promover o interesse dos participantes em cada uma das fases do processo de investigação-ação<sup>5</sup>” (p. 175).

Segundo os autores, a pesquisa-ação entendida e praticada como “investigação educacional ativa [ ] faz-se da sequência dos seguintes passos: planejamento, ação, observação e reflexão, [perfazendo] a espiral cíclica, ou espiral autorreflexiva<sup>6</sup>” (CARR e KEMMIS, 1988, p. 174). Desta forma apostamos que os indícios de aprendizagem dos estudantes dão pistas ao movimento de ensinar, que deve ser corrigido e reajustado de acordo com o que os estudantes manifestam querer aprender, o que coloca esse movimento como motor do processo pedagógico. Isso não quer dizer que o professor perca sua função, muito ao contrário: o papel docente complexifica-se, pois se orienta para fora de si, atento aos muitos modos e possibilidades de aprender dos estudantes.

No contexto da pesquisa-ação crítica e emancipatória a linguagem é essencial no processo de análise; bem como no processo pedagógico que empreendemos, que é composto dos movimentos de ensinar e aprender, em relação dialógica e dialética. Dialógica porque é a abertura ao diálogo, como o concebe Freire (1996), que propicia aos estudantes dizer a sua palavra. E é dialética porque o movimento de construção conceitual o qual abarca o processo de significação via linguagem, é instável, move-se, em devir, comportando dinamicamente, ideias e suas negações, correções, ou ratificações, em processo, em marcha em direção aos conceitos científicos e à formação das funções mentais superiores (FMS) dos sujeitos envolvidos (VYGOTSKY, 2001).

Tendo em mente as diferenças de concepções entre Freire e Vygotsky, no tocante à simetria/assimetria na relação pedagógica, é importante explicitar que a simetria a que se refere Freire, trata-se das relações pessoais em si entre sujeitos cientes de seu inacabamento, relações essas de escuta e diálogo, as quais se estabelecem por

---

<sup>5</sup> Subrayaba el valor que tiene el interesar a los participantes en cada una de las fases del proceso de investigación-acción.

<sup>6</sup> La investigación-acción [ ] se hace de la secuencia de los siguientes pasos: planificación, acción, observación y reflexión, [totalizando] la espiral cíclica, o espiral autorreflexiva.

meio do acolhimento à voz dos estudantes pelo/a professor/a. Enquanto que para Vygotsky a mediação pressupõe a inserção dos meios (signos e instrumentos) em movimento assimétrico, porque é o/a professor/a que domina signos/conceitos de um determinado campo da cultura científica e saberá a hora certa de inseri-los para que sejam significados e ressignificados pelos estudantes, dialeticamente. Sobre isso diz-nos Vygotsky (2001): “Nossas investigações mostraram a natureza social e cultural do desenvolvimento das funções superiores durante este período, isto é, a sua dependência relativamente à cooperação com os adultos e ao ensino que estes ministram” (p. 89).

Com base nesse arcabouço teórico, buscamos responder algumas inquietações:

Como as manifestações dos estudantes integram processos de ensino e aprendizagem que operam de modo dialógico? A intencionalidade é caracterizar a expressão discente sobre o conteúdo como forma de conduzir; não de verificar a aprendizagem. Igualmente buscamos identificar como evoluem as construções de conceitos científicos, no Ensino Fundamental, via processos mediados de ensinar e de aprender? E como legitimar o discurso dos estudantes como elementos de (re)planejamento, validando o método utilizado nesta tese para a produção de dados na pesquisa no interior da escola e da sala de aula?

Essas questões são importantes devido à natureza do próprio movimento reflexivo da pesquisa-ação que foi produzindo ao longo do processo, modificações nos atos de pesquisa, necessitando a professora-pesquisadora adaptar-se às situações de sala de aula, em tempo real, *in loco* e *ad tempus*, ou para usar uma expressão bakhtiniana: no *cronotopo* da aula.

Reunindo e depurando essas inquietações, chega-se à questão principal da pesquisa, já expressa: Por que processos (como) as manifestações dos estudantes em sala de aula podem mobilizar mediações entre os movimentos de ensinar e aprender, para que a aprendizagem possa ocorrer dialógica e dialeticamente?

A seguir apresentamos teorização básica sobre a formação de conceitos, em interações pedagógicas mediadas.

## **1.2. Formação conceitual via interações discursivas dialógicas**

Para analisar e discutir as interações discursivas na sua ocorrência concreta, no contexto da pesquisa-ação crítica e emancipatória, a linguagem é concebida como essencialmente dialógica e dialética. Vygotsky (1991) postula que as funções mentais superiores (FMS), em contraste com processos elementares, de origem biológica, são

forjadas na convivência social, cujas características principais são: a consciência refletida e o controle deliberado, que se formam por processos sempre mediados simbolicamente, ou seja, são de origem sócio-histórico-cultural. Como funções mentais superiores a atenção que se torna voluntária e a memória mecânica que se torna lógica, orientada pelo significado, sendo utilizada deliberadamente somente ao final da adolescência. A ideia de funções mentais superiores está, portanto, intrinsecamente ligada ao conceito de zona de desenvolvimento potencial ou proximal.

Acerca da apropriação da linguagem Smolka (2000) reflete que “está relacionada a diferentes modos de participação nas práticas sociais, diferentes possibilidades de produção de sentido” (p. 33), destacando que o termo ‘próprio’ refere-se ao que é ou passou a ser do sujeito, podendo, entretanto não ser considerado pertinente por um terceiro sujeito, um que se ponha ou esteja na posição de julgar a apropriação alheia, como ocorre a nós professoras\es, cuja função abarca tecer julgamentos sobre as apropriações conceituais e comportamentais dos estudantes. Assim a apropriação é uma categoria eminentemente relacional, daí a importância de os processos pedagógicos serem planejados para ocorrerem de forma a fomentar e permitir a expressão dos estudantes, embora esta se mostre complexa e multifacetada. A autora ainda provoca questionando “o que os educadores não veem? O que eles não estão sendo capazes de enxergar?” (SMOLKA, 2000, p. 35), em seguida indicando que a apropriação relaciona-se profundamente com o acesso ao conhecimento, aos outros sujeitos, relacionando-se ainda com os modos de participação nas práticas sociais. Desta forma, ela propõe focar sua análise não nas mediações em si, mas nos significados que são atribuídos na interação social.

Segundo Oliveira (2002), mediação para Vygotsky é: “o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; [que] deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada” (OLIVEIRA, 2002, p. 26), podendo constituir-se por meio de signos e instrumentos, sendo o signo a palavra com significado. Sendo assim, os conceitos são palavras significadas em processos mediados pelas relações de ensinar e aprender.

Isso permite afirmar que “nas formas superiores do comportamento humano, o indivíduo modifica ativamente a situação estimuladora como parte do processo de resposta a ela. Foi a totalidade da estrutura dessa atividade produtora do comportamento que Vygotsky tentou descrever com o termo "mediação"” (COLE; SCRIBNER, in VYGOTSKY, 1991, p. 15, aspas no original).

Em se tratando de relações pedagógicas escolares, Bortolotto e Fiad (2017) apontam uma “artificialidade conversacional que habita certa tradição na cultura escolar” (p.16), o que instaura a necessidade de refinar o olhar para as relações pedagógicas de modo que, na perspectiva da linguagem como definidora dessas relações, “o exercício mútuo da contrapalavra seja realidade na escola e não uma artificialidade perspectivada em sua significação mínima à de uma estratégia de conversação” (BORTOLOTTTO; FIAD, 2017, p. 18). No mesmo sentido, posicionam-se Sepúlveda et. all (2011):

De acordo com a teoria da linguagem do ciclo de Bakhtin, podemos dizer, portanto, que a mera repetição mecânica da linguagem e dos conceitos científicos, uma expectativa frequente na avaliação escolar, é uma evidência de que não houve apropriação das ideias científicas, mas apenas a repetição do discurso do outro como discurso citado, sendo preservadas as fronteiras entre o que constitui o discurso próprio do aluno e o discurso da ciência escolar. Mantido como um discurso de um outro, a linguagem social da ciência escolar não é, desse modo, apropriada pelo estudante, sendo pouco provável que venha a utilizá-la para significar experiências de sua vida cotidiana (p. 4).

Da teoria das interações discursivas de Bakhtin (1995) e seu círculo<sup>7</sup>, utilizamos mormente as categorias de análise enunciação e diálogo, conforme segue. A enunciação veicula um tema, utilizando-se de um gênero, que é a identidade do discurso, ou sua linguagem social, por exemplo, discursos da Ciência, do cotidiano, das corporações, da sala de aula, etc. Além do tema, a enunciação compõe-se de estrutura composicional e estilo. Existem diferenças sutis entre as palavras enunciação e enunciado, entretanto por vezes Bakhtin e os teóricos do Círculo os usam como sinônimos<sup>8</sup>. Esclarecemos algumas das características desses conceitos, privilegiando a noção de enunciação como ato e enunciado como fato (BAKHTIN, 1997; 2006) caracterizando-se pela alternância dos sujeitos falantes ou que se expressam de outra forma na comunicação discursiva, além da conclusibilidade, características, que associadas fazem do enunciado irrepetível, completo, direcional, contextual, responsivo

---

<sup>7</sup> O círculo de Bakhtin é a forma como se conhece no ocidente o grupo de intelectuais que conviveram e trabalharam com o russo Mikhail Bakhtin, desenvolvendo ideias comuns. Entre eles estão Medviédev e Volochínov (admitindo-se, nas traduções, a grafia Voloshinov). Utilizamos de uma citação de Rodrigues (2004), que expressa nosso pensamento sobre o Círculo e sobre as polêmicas acerca da autoria das suas obras, dependendo da tradução adotada: “se a autoria jurídica é diversa [entre os autores citados], a intelectual pode ser considerada convergente, uma vez que os grandes fundamentos teóricos desenvolvidos naqueles textos também são encontrados nos de Bakhtin [ ]. Portanto, a menção aqui adotada será como a teoria de Bakhtin” (RODRIGUES, 20014, p. 417).

<sup>8</sup> Pistori (2018) aponta que em “Marxismo e filosofia da linguagem (MFL), o enunciado ora é equiparado ao ato discursivo ora é concebido como um produto deste” (PISTORI, 2018, p.200). Entretanto, para os nossos objetivos neste trabalho, pensamos que podemos prescindir de uma reflexão mais minuciosa das sutilezas de significação entre as palavras enunciado e enunciação.

e ideológico. Souza e Mello (2008) refletindo sobre a categoria bakhtiniana enunciação, aponta que se faz necessário pensar:

sobre o conceito bakhtiniano da enunciação, concebendo assim a interpenetração entre forma e conteúdo. Nessa perspectiva, a forma do texto se constitui na maneira pela qual e na qual o autor expressa seu movimento criador. Forma e conteúdo, então, estão unidos na construção do enunciado (SOUZA E MELLO, 2008, p. 11).

Assim as enunciações são as unidades de comunicação verbal, que mesclam e integram forma e conteúdo, que neste trabalho, serão expressas, na discussão dos resultados, em forma de enunciados, que prefiguram/demonstram as falas dos discentes e da docente, objetos da análise.

O gênero associa intimamente conteúdo e forma, determinados pelo ambiente social, que organiza o discurso, sendo que “os gêneros são formas de ação, na interação eles funcionam como balizadores de referência para a construção dos enunciados, pois balizam o autor no processo discursivo” (RODRIGUES, 2004, p. 423), ou seja, regulam o que será dito e como serão as interações. Desta forma, em que pese as diferentes possibilidades de interpretação da obra de Bakhtin e do seu Círculo, advindas inclusive de diferentes traduções dos originais (RODRIGUES, 2004), consideramos a sala de aula como dotada de gêneros discursivos próprios, pois, ao mesmo tempo em que é o lócus de ocorrência das interações, ela é dada-se pelas interações próprias que lá ocorrem. De acordo com Bakhtin (2003), enunciados e enunciações somente acontecem mediante atitude responsiva em relação a outro enunciado, daí a natureza relacional, ideológica – porque ocorrem em um num contexto scio-histórico, constitutivo das interações humanas. “É então num emaranhado hibridizado de vozes que os enunciados pedagógicos se constituem” (GOULART, 2009, p. 19).

Desta forma, o discurso em análise é próprio da sala de aula. Entretanto essa informação encerra uma variedade de modos de ser desse discurso, que depende da orientação dos processos de ensinar e aprender que lá se dão: podem ser discursos de autoridade e aquiescência; ou diminuído a verticalidade, discursos de saber e querer-saber, como no caso em análise, como pretendemos demonstrar, baseando-nos em Bortolotto e Fiad (2017) que explicam: “Minha palavra é palavra-minha-alheia em ligação profunda com a escola, com a vida. O encontro de palavras é acontecimento nessa realidade de sentidos em circulação nas diversas esferas das atividades humanas” (BORTOLOTTI; FIAD, 2017, p. 19). Assim sendo, as interações dialógicas discursivas tem por objetivo, refinar o olhar para a relação eu-outro “... para que o

exercício mútuo da contra-palavra seja realidade na escola e não uma artificialidade perspectivada em sua significação mínima à de uma estratégia de conversação” (Ibidem, p. 18).

O discurso pode ser interior ou exterior; direto ou indireto<sup>9</sup>, este último constituindo-se, segundo Bakhtin (1995) “um discurso encaixado no interior do qual se manifesta uma interação dinâmica” (p. 19), como ocorre ao transcrever-se um diálogo, o que fazemos para efetivar esta análise. O discurso possui ainda, como elementos importantes, o acento apreciativo e a entonação que, em se tratando de diálogos verbais, em sala de aula, só podem ser observadas mediante filmagem. Já a transcrição propicia a passagem do discurso direto ao indireto, que leva a análise e a reformulação, acompanhadas de possíveis deslocamentos e/ou entrecruzamento dos “acentos apreciativos” (BAKHTIN, 1995, p. 79). Ainda, conforme Bakhtin (1995) o diálogo ou a dialogicidade põe em circulação as enunciações, que são “a objetivação externa do conteúdo (interno) a ser expresso, [que] é eminentemente social [...], mesmo sob a forma original confusa do pensamento que acaba de nascer, pode-se já falar de fato social e não de ato individual interior” (BAKHTIN, 1995, p. 120, parênteses no original). Assim o diálogo bakhtiniano pode ser, para além da expressão verbal entre falantes, qualquer forma de comunicação social, pois ela sempre se dá tendo em vista o outro, a ele dirigida, responsivamente, mesmo que esse outro esteja ausente no espaço-tempo considerado naquele momento.

Na teoria das interações discursivas (BAKHTIN, 1998; 2003; 2006), o gênero discursivo constitui-se como unidade de análise, tendo três aspectos principais: o conteúdo temático (tema); o estilo verbal (seleção dos recursos da língua); e a construção composicional, que indica o gênero: “toda situação inscrita duravelmente nos costumes possui um auditório organizado de certa maneira e conseqüentemente um certo repertório de pequenas fórmulas correntes” (BAKHTIN, 2006, p. 128). Assim o gênero discursivo define-se por tipos relativamente estáveis de enunciados, que dependem do espaço-tempo onde ocorrem, como a sala de aula, da qual intencionamos, na análise, fazer surgirem as vozes sociais que se fazem presentes. Entretanto, como alerta Faraco (2016), estes gêneros são fluidos e hibridizam-se, pois estão subordinados

---

<sup>9</sup> Há ainda a tipificação discurso *primário* e *secundário*, segundo Rodrigues (2004) o primeiro se constituindo “na comunicação discursiva imediata, no âmbito da ideologia do cotidiano (não formalizada e sistematizada). Os gêneros secundários surgem nas condições da comunicação cultural mais “complexa”, no âmbito das ideologias formalizadas e especializadas” (RODRIGUES, 2004, p. 427, parênteses e aspas no original), entre os quais compreendemos que esteja a sala de aula.

às condições concretas de ocorrência, como será destacado na análise. Quanto ao texto produzido:

constitui-se um discurso encaixado no interior do qual se manifesta uma interação dinâmica. Essa passagem (do discurso direto ao indireto) implica análise e reformulação completa, acompanhadas de um deslocamento e/ou um entrecruzamento dos “acentos apreciativos” (YAGUELLO, 2006, p. 19, aspas no original).

Esses discursos são próprios da concretude da ocorrência das interações e funcionam como “auxiliares marginais das significações linguísticas” (BAKHTIN, 2006, p. 138).

Para Bakhtin “qualquer mudança de significação é sempre [ ] uma reavaliação: o deslocamento de uma palavra determinada de um contexto apreciativo para outro. É por isso que, na enunciação viva, cada elemento contém ao mesmo tempo um sentido e uma apreciação” (BAKHTIN, 2006, p. 138). Já para Vygotsky (2001), essa variação no significado da palavra pertence ao campo dos sentidos. Segundo ele, “o sentido de uma palavra é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência. É um todo complexo, fluído e dinâmico, que tem várias zonas de estabilidade desigual. O significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa” (VIGOTSKI, 2001, p. 123).

Goulart (2009), baseando-se em Bakhtin, explica que os aspectos argumentativos das enunciações no processo pedagógico explicitam o movimento discursivo de construção do conhecimento, de modo que o dialogismo<sup>10</sup> é a via de concretização da aprendizagem na linguagem. Escolhemos a aula como espaço-tempo a ser estudado, sabendo que a palavra/conceito expressa torna-se um “signo que refrata e reflete a realidade em transformação” (GIROLA, 2004, p. 322), da qual os falantes tomam parte. Conforme Bakhtin (2006) enunciação é a objetivação externa do conteúdo (interno) a ser expresso. E é eminentemente social “mesmo sob a forma original confusa do pensamento que acaba de nascer, pode-se já falar de fato social e não de ato individual interior” (BAKHTIN, 2006, p. 120).

A formação de significados se dá pela palavra, que é sempre enunciada como discurso para o outro: “A palavra é o signo ideológico por excelência; ela registra as menores variações das relações sociais” (YAGUELLO, 2006, p. 17). Assim o sujeito ao enunciar, põe em contato a sua palavra enunciada, com a realidade em que esta palavra

<sup>10</sup> Cumpre pontuar também a diferença entre dialogicidade (em Freire), como interação verbal entre falantes, com vistas ao processo de conscientização, mediado pelo mundo; e dialogismo (em Bakhtin): interação entre sujeitos, como entidades axiológicas, abrangendo qualquer troca, via linguagem, inclusive quando o ouvinte \ leitor não está presente, como nas obras literárias.

é produzida, de modo que “palavra é expressiva, mas essa expressão reiteramos não pertence à própria palavra: ela nasce no ponto de contato da palavra com a realidade concreta e nas condições de uma situação real, contato esse que é realizado pelo enunciado individual” (BAKHTIN, 2003, p. 294), sendo assim, as interações discursivas que levam às construções conceituais são de natureza eminentemente social.

Nesse sentido, sob o ponto de vista da pesquisa-ação, segundo Carr e Kemmis, o pesquisador “ao converter a experiência em discurso, utiliza a linguagem como meio para a análise e o desenvolvimento de um vocabulário crítico, que por sua vez estabelece as condições para a reconstrução da prática<sup>11</sup>” (CARR e KEMMIS, 1988, p. 57).

Encaminhamos a seguir reflexões sobre a constituição da professora-pesquisadora.

### **1.3. Constituição da professora-pesquisadora**

A pesquisa-ação requer uma transformação paulatina da professora, em professora-pesquisadora das dinâmicas escolares, aqui consideradas como produções de currículo no âmbito da sala de aula. A atenção ao ambiente da sala de aula e às dinâmicas escolares guiou esse caminho, inconcluso ainda, de tornar-me professora-pesquisadora, tendo a escuta atenta como fator desencadeador de práticas reflexivas, seguindo a orientação de Freire (1996) de que “faz parte da prática docente, a indagação, a busca, a pesquisa. O de que se precisa é que, em sua formação permanente, o professor se perceba e se assuma, porque professor, como pesquisador” (p. 32). Entretanto para o autor, habilidade de pesquisar do\ a professor\ a não é algo que se acrescente a habilidade de ensinar, pois a primeira integra primordialmente a natureza própria de ser professor\ a.

Antes de prosseguir a descrição de como se deu, e a discussão de como pode dar-se essa transformação, impõem-se algumas questões: Como pode uma professora tornar-se professora-pesquisadora? Qual é a validade de tal empreendimento? Para a primeira questão, esperamos ir tecendo a resposta ao longo da escrita e para a última, valemo-nos de Thiesen (2012) que argumenta sobre o hiato que existe entre as\ os professoras\ es das escolas, que, no seu dizer materializam os currículos e os acadêmicos, integrantes do que ele chama de “comunidade epistêmica”: “Esse

---

<sup>11</sup> Al convertir la experiencia en discurso utiliza el language como medio para el análisis y desarrollo de un vocabulario critico que a su vez sentará las condiciones para la práctica reconstrutora.

movimento, relativamente verticalizado de relação entre sistemas e escolas e entre pesquisadores e docentes, de certa forma, periferiza a escola – principal lócus de materialização do currículo –, mantendo-a distante dos debates epistemológicos que fertilizam o campo” (p. 132).

Esse autor reconhece um movimento na teorização curricular, mas avalia que as/os professoras/es da escola não têm se constituído como partícipes dessa construção epistêmica:

Sobretudo abordagens que concebem a escola como espaço de resistência (Henry Giroux), de emancipação (Paulo Freire) e de prática de sentidos e significados (pós-estruturalismo) vêm defendendo que a escola é lugar de produção de currículo; entretanto, professores em atividade docente ainda precisam sentir-se sujeitos da mudança... (THIESEN, 2012, p. 134, parênteses no original).

Nesse sentido, apoiamo-nos em Carr e Kemmis, para os quais

O investigador ativo, ao tratar de melhorar as práticas, os entendimentos e as situações, procura avançar com mais segurança para o futuro, mediante a compreensão de como suas próprias práticas são construções sociais englobadas pela história, considerando desde essa perspectiva histórica, as situações e instituições em que trabalha<sup>12</sup> (CARR e KEMMIS, 1988, p. 193).

Para além do presente da sua prática pedagógica e das instituições em que trabalha, a/o professor/a-pesquisador/a deve ter em mente ainda, não como fator secundário, mas antes como um dos principais, os efeitos que sua prática docente vai fazendo, ao longo do tempo, nos estudantes que passam por ele, pois como lembram Maldaner e Zanon (2015), discutindo sobre a importância de as/os professoras/es da escola básica compreenderem os meandros da pesquisa em educação:

A influência dos professores da educação básica na escolha profissional de muitas crianças e adolescentes costuma ser citada por estes quando já estão nas universidades. Com isso aumenta a responsabilidade de os professores entenderem como foi produzido o conteúdo escolar que ensinam e assim, a dimensão da atividade humana chamada pesquisa científica (MALDANER; ZANON, 2015, p. 338).

Encontramos ainda em Pacheco (2001), a visão do currículo como práxis, apontando que o espaço curricular da sala de aula pertence ao/a professor/a e aos estudantes, cabendo-lhes então aí o protagonismo das tomadas de decisão, que devem ser dos “professores pelo seu papel de construtores diretos de um projeto de formação, e os alunos pelas suas experiências que legitimam e modificam este mesmo projeto.” (PACHECO, 2001, p. 101).

<sup>12</sup> El investigador activo, al tratar de mejorar las prácticas, los entendimientos y las situaciones, procura avanzar con más seguridad hacia el futuro, mediante la comprensión de cómo sus propias prácticas son construcciones sociales englobadas en la historia, y considerando desde esa perspectiva histórica y social, las situaciones o instituciones en que él trabaja.

Utilizamos essa breve digressão sobre o currículo, no seu aspecto atinente à sala de aula, para justificar a necessidade e a validade de o/a professor/a constituir-se pesquisador/a da sua própria prática e das dinâmicas escolares, necessidade também apontada por Carr e Kemmis (1988) ao postularem a mudança na pesquisa educacional, no sentido de ser desenvolvida pelas/os próprias/os professoras/es da educação básica, para que de fato logre-se superar a dicotomia entre teoria e prática:

A plena missão de uma ciência educativa crítica (pesquisa-ação crítica) requer participantes que colaborem na organização de seu próprio conhecimento e que estes tomem decisões sobre como vão transformar suas situações; assim como (requer) uma análise crítica permanente à luz das consequências de tais transformações<sup>13</sup> (p.171, parênteses inseridos).

Nessa perspectiva, consideramos um movimento acadêmico importante na constituição da professora-pesquisadora que foi participar, em 2016, do Grupo de Educação Química na Produção Curricular – GEQPC, que pesquisa a produção curricular na educação básica, na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Este grupo possibilita a formação inicial de professoras/es, com a presença de licenciandos e a formação continuada de professoras/es da escola e da universidade, abrangendo as subáreas de Química, Física e Biologia, com o objetivo de produzir currículo escolar mediante as interações desses atores, *com e na* escola de educação básica, tendo duas escolas estaduais como parceiras. A participação ativa nesse grupo de estudos e de pesquisa auxiliou-me na percepção de que a produção curricular embasa a pesquisa e vice-versa.

Encaminhamos o capítulo II, que trata do desenho metodológico da pesquisa.

---

<sup>13</sup> La plena misión de una ciencia educativa crítica requiere participantes que colaboren en la organización de su propia ilustración, y que éstos tomen decisiones sobre cómo van a transformar sus situaciones,; así como un análisis crítico permanente a la luz de las consecuencias de tales transformaciones.

## II. DESENHO METODOLÓGICO

*“... uma compreensão crítica do ato de ler que não se esgota na decodificação pura da palavra escrita, mas se que antecipa e se alonga na inteligência [ato de entender] do mundo. Linguagem e realidade se prendem dinamicamente” (FREIRE, 1997, p. 11).*

O objetivo deste capítulo é analisar e discutir a modalidade pesquisa-ação (CARR e KEMMIS, 1988) e como se dá sua produção na pesquisa intitulada **Interações discursivas mediadas em movimento dialógico e dialético no ensino de ciências**. Reafirmamos que para os autores a pesquisa-ação “não é sobre a educação, mas para a educação” (p. 167) e o que eles chamam de ciência educativa (pesquisa) deve ocorrer *na* e *para* a educação; não sobre esta. Para esses autores a ciência educativa crítica, ou pesquisa crítica aproxima-se do conceito freireano de conscientização: pois, ao pretender modificar a prática, empreende um movimento de conscientizar-se das situações concretas e age no sentido das mudanças necessárias. Este aspecto é importante porque a teorização epistemológica da pesquisa baseia-se na educação libertadora dialógica preconizada por Freire (1987; 1992; 1996).

A pesquisa-ação ocorre no âmbito da sala de aula de Ciências, mediante produção do seu corpo empírico, por meio de vídeo-gravação e transcrição das interações que aí aconteceram, configurando o que chamamos de produção curricular em ato ou em ação, no momento mesmo da realização das aulas.

O caráter dialético do trabalho, que se produz na ação, materializa-se no estabelecimento de um ambiente de interações dialógicas, no qual os participantes são estimulados à participação, como autores e coautores das interações pedagógicas, formadas pelos movimentos de ensinar e de aprender Ciências na sala da aula. Assim quaisquer dos envolvidos apresentam ideias e hipóteses, por vezes díspares, na busca por confirmação ou refutação das teorizações elaboradas, em aula, a partir de um fenômeno em estudo, sob orientação da professora. A dialeticidade na pesquisa provém igualmente da teorização vigotskiana da aprendizagem, utilizada para explicar a constituição do pensamento humano. Assim sendo, produzir e analisar dialeticamente o ensino e a aprendizagem em processo mediado dialógico orientará o *olhar para e na*

ação da professora-pesquisadora sobre a produção curricular, que ela própria desencadeia e analisa.

### 2.1. Produção do corpo empírico

O corpo empírico da pesquisa foi produzido na ação, pela professora-pesquisadora em interação com os estudantes, em sala de aula de Ciências, em duas escolas municipais de Ensino Fundamental, na cidade do Rio Grande, RS. Em ambas as escolas, as turmas são formadas mesclando estudantes aprovados na série anterior, com aqueles com histórico de repetências, cujas idades variam entre 12 e 15 anos no 7º ano e entre 14 e 18 anos na turma de 9º ano. O cotidiano escolar serviu como campo de produção do corpo empírico da pesquisa, que resultou da filmagem e posterior transcrição das aulas, as quais foram analisadas por meio da teoria das interações discursivas de Bakhtin (1995), mediante a constituição, pela professora-pesquisadora, de demarcações discursivas, que tendo sido produzidas as categorias de análise, que chamamos de Temas das Enunciações. Essas categorias analíticas não são determinadas *a priori*, ao contrário, nascem no curso da própria análise, obedecendo à fluidez das interações, pois, segundo Rodrigues (2004):

A análise do gênero que se limita à verificação da presença ou ausência dessas categorias previamente estabelecidas mostra uma submissão decorrente do gesto de aplicação das teorias linguísticas hegemônicas. Para Bakhtin o enunciado não se presta a uma definição mediante métodos [da] Linguística, pois nenhuma de suas categorias convém para o seu estudo [pois] no estudo do enunciado não se trata de observar elementos (unidades) da língua que se tornaram elementos do texto, mas de elementos do enunciado que permaneceriam inacessíveis a todas as categorizações ou determinações linguísticas (RODRIGUES, 2004, p. 433, colchetes adicionados e parênteses no original).

Para a devida apreensão de significados construídos e demonstrados na sala de aula, a linguagem verbal e corporal são ingredientes fundamentais e fundantes na pesquisa, pois são elas que desencadeiam e propiciam as mediações nos processos de ensinar e aprender. Nesta pesquisa-ação (CARR e KEMMIS, 1988), é nossa intenção apontar construções conceituais discentes, a partir da escola e da sala de aula, como um mundo vivido e lido pelos estudantes e pela professora, pela via das interações pedagógicas mediadas (VYGOTSKY, 2001) as quais fomentam os movimentos de ensinar e aprender dialógicos (FREIRE, 1996), analisados à luz da teoria das interações discursivas de BAKHTIN (2006).

As filmagens foram feitas, em uma das escolas, com uma câmera semiprofissional, com a ajuda de um bolsista designado para essa finalidade (escola B) e, também, através de aparelhos celulares, com auxílio dos estudantes. Na outra escola, as filmagens foram realizadas com o aparelho celular da professora. Esse auxílio dos estudantes revelou-se interessante tanto operacionalmente, pois eles dominam as tecnologias, nativos digitais que são e, também, pelo aspecto do envolvimento com a pesquisa, auxiliando a derrubar algumas barreiras individuais no caminho das interações. Selecionamos aqueles temas que dão pistas sobre (demonstram) a construção conceitual dos estudantes. As transcrições foram feitas pela pesquisadora, por meio de audição, visualização e escrita, sem o auxílio de softwares de leitura, pois estes se mostraram ineficientes<sup>14</sup> para ‘áudios sujos’, ou seja, com barulho e várias vozes sobrepostas, características de uma sala de aula com crianças e adolescentes imersos em processos ativos de conhecer, cujas manifestações, ao invés de serem reprimidas; são desejadas, incentivadas e acolhidas. Nesse sentido adotamos o pressuposto de que não há manifestação de estudante, em aula, que seja indevida, ou seja, todas foram/serão ouvidas.

Essa noção, colocada em prática é importante, pois uma parcela significativa dos estudantes demonstra muita dificuldade em expressar-se. Estas vão desde a recusa à manifestação, até tentativas mal sucedidas de expressão oral, quadro mais agudo detectado nas turmas de sétimos anos, em relação aos nonos anos. Essas dificuldades demandaram um tempo grande de adaptação dos estudantes à proposta pedagógica interativa fomentada pela professora-pesquisadora, até que se sentissem à vontade para se expressarem, sem o que a pesquisa, como delineada inicialmente seria inviabilizada. Pensamos que as raízes dessas dificuldades estão no habitual silenciamento dos estudantes, prática costumeira na educação bancária (FREIRE, 1996), arraigada no ensino instrucional, que pouco ou nada possibilitou historicamente ao estudante, ocasiões de expressão verbal autônoma.

Assim gravaram-se muitas aulas (que funcionaram como experiência-piloto), no intuito de selecioná-las para compor o corpo empírico da pesquisa, até chegar às oito aulas analisadas. Foram escolhidos o 7º e o 9º ano por serem as turmas sob a responsabilidade docente da professora pesquisadora no ano da formação do corpo empírico da tese. Entre as turmas do 7º ano, a escolha da turma pesquisada baseou-se no

---

<sup>14</sup> Atlas.ti e Maxqda.

critério da frequência dos estudantes, sendo descartadas as turmas nas quais, desde o início do ano, foram registradas mais faltas dos estudantes às aulas de Ciências. E na escola onde se produziram as aulas do 9º ano, impôs-se o critério de pesquisar a turma com duas aulas em sequência na semana, isto é, uma das turmas de 9º ano não oferecia essa possibilidade, pois as aulas eram distribuídas em três horários de 45min cada, o que dificultaria as interações e as filmagens.

Além disso, nas turmas escolhidas, também algumas gravações de aulas foram descartadas, por apresentarem má qualidade de imagem e áudio. Estas situações foram analisadas e a partir delas, foram feitos ajustes técnicos, como o melhor posicionamento da câmera ou dos aparelhos celulares, bem como providências como fechar as janelas da sala de aula que a comunicam com o corredor para minimizar os ruídos externos e limpar o campo visual, guardando mochilas e objetos desnecessários à realização das aulas. Houve, ainda, o descarte de aulas cuja transcrição foi feita em data muito posterior à vídeo-gravação. Nessa situação, a professora-pesquisadora não pôde contar com a memória recente da aula, fator que se mostrou importante na transcrição, nos momentos de dúvidas, decorrentes da qualidade instável dos áudios produzidos. Entretanto, apesar dos problemas e limitações relativas às vídeo-gravações e posterior decodificação, pensamos que a utilização destas permite melhor avaliar o *como se aprende* (GARCEZ; DUARTE; EISENBERG, 2011), em vez de apenas *o quanto se aprende*, quesito normalmente aferido em trabalhos avaliativos tradicionais, como provas. Apresentamos tabela dos dados gerais sobre aulas produzidas e filmadas

Tabela 1 – Dados objetivos das aulas.

Escola Série	Aula	Data e hora	Estudantes	Local
Escola A 9º ano	Formação da Lua (Gravidade)	11.07, 18h às 20h	20	Sala de aula
	Marés	13.07, 18h20 às 20h	17	Sala de aula e sala de vídeo
	Modelo atômico X Sistema solar	03.08, 18h às 19h40min	18	Sala de aula
Escola B 7º ano	Modelo de Vulcão	17.04, 8h às 9h45min	22	Laboratório de Ciências
	Fermentação – Produção de pães	15.05, 10h às 11h50min	17	
	Gráficos 1. Classificação dos Vegetais	05.06, 10h às 11h50min	18	
	Gráficos 2. A biodinâmica do Terrário	26.06, 8h às 9h45min	16	
	Aves – Adaptações para o Voo	07.11, 8h às 9h45min	16	

Fonte: Autoria própria.

Nessa perspectiva na pesquisa-ação não nomear os participantes pode conduzir o processo de análise sob uma espécie de reificação em categorias, daqueles sujeitos a quem se refere a pesquisa e que a produzem (CARR e KEMMIS, 1988). Os sujeitos da pesquisa são os agentes da ação, neste caso, os estudantes e a professora, assim não nomeá-los é, de certa forma, reduzi-los a categorias teóricas, o que se aproxima mais, segundo os autores acima, do que eles chamam de uma investigação interpretativa, focada no passado e, portanto, sem compromisso com a mudança da situação investigada e vivida. Por isso, em alguns trechos das enunciações aparecem os nomes dos estudantes envolvidos. Para os autores o antídoto contra essa reificação dos agentes e das situações educativas é o “compromisso com a tarefa da transformação educativa [de forma que] a contribuição à prática educativa deve evidenciar-se em melhoras reais das práticas educativas [ ] nas situações concretas onde essas práticas ocorrem”<sup>15</sup> (CARR; KEMMIS, 1998, p. 172).

Entretanto na transcrição das aulas optou-se por identificar as falas dos estudantes pelo código A, seguido de um número, por razões de praticidade, uma vez que em alguns trechos das gravações mostrou-se impossível identificar ou ter certeza sobre a pessoa que se manifesta, em razão das dinâmicas vivenciadas: adolescentes imersos em processos ativos e mediados pelo conhecer. Quando foi impossível precisar quem se manifestou, ou quando são ouvidas várias vozes, optou-se por registrá-las como AA.

### **2.1.1. Aulas do 7º ano**

Na turma de 7º ano escolhida para integrar o corpo empírico da pesquisa houve dois fatores facilitadores das interações: boa parte dos estudantes da turma já havia tido aulas com a professora-pesquisadora no ano anterior. E o outro fator foi a atividade proposta como desencadeadora das aulas experimentais: confeccionar um modelo de vulcão. Os excertos extraídos formam os enunciados, que analisados demonstram o entusiasmo dos estudantes por essa atividade, que foi elaborada atendendo a insistentes pedidos da turma. Se esse interesse motivou os estudantes a manifestarem-se livremente; por outro lado revelou um modo de pensar e portar-se frente às situações didáticas desencadeadas, que a princípio conflitou com o planejamento da professora,

---

<sup>15</sup> compromiso con la tarea de la transformación educativa [de forma que] la contribución a la práctica educativa debe evidenciarse en mejoras reales de las prácticas educativas [ ] en las situaciones concretas donde esas prácticas se producen.

como descrito e discutido no capítulo IV. Entretanto, adiantamos que foram conflitos generativos de movimentos de aprender e ensinar dialógicos e dialéticos. Ademais os estudantes tinham uma alta expectativa em relação a usar o laboratório de Ciências, que não estava disponível no ano anterior.

As aulas do 7º ano que integram o corpo empírico desta pesquisa distribuem-se desde o mês de abril até o mês de novembro do ano de 2017, havendo, portanto grandes intervalos de tempo entre elas, sendo que entre as quatro primeiras há intervalos de aproximadamente um mês. Já entre a 4ª e a última aula, passam-se três meses. Esse intervalo maior ocorreu em razão de nos meses de setembro e outubro ter havido feriados estendidos, além de atividades extraclasse, as quais mobilizaram toda a escola, ocupando por vezes o horário das aulas e provocando alterações de horários, dificultando o planejamento e execução das vídeo-gravações.

Assim, no intervalo de tempo entre as aulas, cinco aulas do 7º ano, que integram o corpo empírico, houve aulas que produziram interações, as quais, apesar de não integrarem diretamente este corpo, fornecem-lhe subsídios, configurando o replanejamento das ações docentes, baseado nas demandas dos estudantes. Além da primeira aula (Modelo de vulcão), que ocorreu tendo em vista o anseio dos estudantes por experimentação no laboratório de Ciências, também as aulas Gráficos 1 e Gráficos 2 foram planejadas tendo em vista demandas apontadas pelos estudantes, especificamente um questionamento feito por uma estudante, ao final de uma saída de campo no entorno da escola, na qual se coletaram amostras de plantas como atividade inicial do conteúdo sobre Vegetais. Essa aula da saída de campo foi também filmada, com a intenção de que integrasse o corpo empírico da pesquisa, porém problemas técnicos dificultaram a gravação, de modo que o material produzido não pôde ser utilizado. Entretanto é uma aula muito importante no escopo da pesquisa, porque ela fornece subsídios para a professora-pesquisadora redirecionar o planejamento das aulas seguintes, ensejando assim as aulas Gráficos 1 e em decorrência desta, a aula Gráficos 2.

### **2.1.2. Aulas do 9º ano**

As aulas do 9º ano foram desencadeadas a partir do filme “A História do mundo em 2 horas” assistido anteriormente pelos estudantes em aula. Essa escolha deu-se em função do tema escolhido pela escola para orientar o trabalho pedagógico neste ano letivo: Contextos. Sendo que todas as/os professoras/es deveriam ter em mente a ideia de contextos e/ou contextualização, ao desenvolver seus planejamentos. Assim na

disciplina de Ciências optou-se por trabalhar o contexto mais amplo possível: o Universo e a sua formação e evolução. Além disso, o conhecimento prévio do filme indica a possibilidade do tratamento de conteúdos importantes para iniciar a construir noções gerais sobre Química e Física, pois oportuniza o tratamento de assuntos como elementos químicos, substâncias, gravidade, entre outros. Esse filme originou nove seminários preparados e apresentados pelos estudantes, com temas da sua escolha. As aulas então constituíram-se a partir da preparação dos seminários pelos estudantes e da sua apresentação para a turma. Nessas aulas, as apresentações dos seminários desencadearam as dinâmicas pedagógicas, sendo que a maioria delas foi filmada. A 1ª aula da sequência do corpo empírico, que chamamos aula **Gravidade** foi desencadeada pelo seminário “A Formação da Lua”. A aula **Marés** nasceu da necessidade de aprofundar o estudo dos efeitos da gravidade nas águas do planeta, baseada em questões discentes expressas na aula Gravidade. E a aula **Modelo Atômico X Sistema Solar** nasceu da última apresentação de seminários, sobre o filme, pelos estudantes<sup>16</sup>.

Figura 1: Trabalhos apresentados pelos estudantes em forma de seminários



Fonte: Autoria própria

Desta forma, as aulas do 9º ano que integram o corpo empírico da pesquisa estão condensadas no tempo, em razão das dinâmicas pedagógicas desenvolvidas: seminários preparados e apresentados pelos estudantes a partir do filme A História do mundo em duas horas, que após terem sido apresentados (os últimos deles compõem as

<sup>16</sup> Cumpre-nos esclarecer que embora as unidades de análise sejam pontuais (oito aulas), elas devem ser vistas como produtos temporais de processos que se iniciaram antes das aulas gravadas propriamente e não se esgotam nelas, perfazendo o caminho do desenvolvimento coletivo e individual dos estudantes, bem como da professora-pesquisadora. Por essa razão por vezes há menção sobre interações pedagógicas havidas antes (como os trabalhos na figura 1) e depois das aulas analisadas, porque auxiliam a contextualizar a constituição do corpo empírico da pesquisa, proporcionando uma reflexão mais orgânica do processo pedagógico desencadeado e do processo de análise.

aulas Gravidade e Modelos Atômico X Sistema Solar), desencadearam muitas questões que, no momento da aula foram destacadas para serem posteriormente retomadas e ressignificadas em outro encontro. Desse modo o desenvolvimento do conteúdo e do programa de ensino efetivou-se sempre com referências a ideias e conteúdos tratados nas aulas anteriores, em forma de seminários, que compõem o corpo empírico desta pesquisa. Esse processo culmina no planejamento de uma aula-visita dos estudantes do 9º ano aos laboratórios de Química e Física da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), a partir das quais eles também planejaram, prepararam e apresentaram seminários. Esses resultados estão expressos, explicados e discutidos no capítulo V.

Para organizar a escrita dos excertos retirados das transcrições, estabelecemos o código: **A** numerado para as falas dos diferentes estudantes, seguido das letras **G** (aula Gravidade), **M** (aula Marés), **S** (aula Modelo Atômico X Sistema Solar) e **P** para as falas da professora. A seguir caracterizamos as escolas onde desencadeamos o processo de pesquisa-ação. São escolas da rede pública municipal, localizadas na periferia de uma cidade de porte médio do sul do Brasil.

## **2.2. Caracterização das escolas**

### **2.2.1. Escola A**

O Projeto Político Pedagógico (PPP) ancora-se em projeto pedagógico da mantenedora (Secretaria Municipal de Educação), denominado Escola ComVida, conforme documento disponível no sítio eletrônico da Secretaria. A escola é valorizada pela comunidade e pelos pais, constituindo-se em referência no bairro. Entretanto, não conta com muitos recursos didáticos, além dos tradicionais, como: biblioteca, salas de aula, sala de informática e de vídeo, usadas para aulas mediante agendamento, além de um ginásio de esportes. A escola funciona 12 horas seguidas, das 8h às 20h, atendendo do 1º ano até as séries finais do ensino fundamental, estas alocadas no turno vespertino (16h às 20h). Essa organização do tempo da escola relaciona-se ao uso do espaço, isto é, essa escola necessita funcionar com aproveitamento máximo do tempo e do espaço público, para atender a demanda por vagas na comunidade. Essa característica impacta, também, a distribuição da carga horária das/os professoras/es, que é condensada, havendo assim, pouco tempo para atividades extraclasse dos docentes. Essa é uma das circunstâncias que nos levou gravar aulas temporalmente próximas, pois dada a intensidade do trabalho docente, entendemos por bem formar o corpo empírico da

pesquisa, em um tempo não estendido, no intento de minimizar os riscos de ocorrerem obstáculos às gravações.

Ao final da trajetória escolar do 9º ano é feita uma solenidade de formatura, bastante prestigiada pelos familiares dos estudantes. A escola preocupa-se com o destino escolar dos estudantes formandos, propiciando o reconhecimento de escolas de Ensino Médio, bem como auxilia os estudantes nos trâmites necessários ao prosseguimento dos estudos. Também incentiva e garante a participação de seu corpo pedagógico em espaços de formação continuada, sejam proporcionados pela mantenedora, pela Universidade e pela própria escola.

### 2.2.2. Escola B

A escola situa-se dentro do *campus* universitário da Universidade Federal do Rio Grande e funciona mediante convênio entre esta e a Prefeitura, por meio da Secretaria Municipal de Educação (SMED), integrando o Centro de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente (CAIC). À prefeitura cabe prover o corpo de professoras/es; enquanto que à Universidade cabe a administração geral do Centro e a manutenção física. Constitui-se assim em unidade de Extensão da Universidade, atendendo a cerca de 700 famílias do seu entorno. A escola funciona em três turnos, sendo o turno da noite reservado às turmas de Educação e Jovens e Adultos (EJA). Atende, ainda, educação infantil e berçário, contando com salas especializadas, como laboratório de Ciências e sala de Artes, além de amplo refeitório, pátio, ginásio de esportes e cancha. Da mesma forma que a escola A, a escola B oferece até o 9º ano do Ensino Fundamental, ao final do qual ocorre a formatura dos estudantes, que tem lugar no Centro Integrado de Desenvolvimento Costeiro, um amplo centro de eventos da Universidade. Nesta escola, a carga horária docente é menos concentrada em sala de aula, do que na escola A, havendo assim condições mais apropriadas ao trabalho que envolve a gravação das aulas para a formação do corpo empírico da pesquisa. Por esse motivo, pudemos gravar aulas durante quase todo o ano todo letivo.

### III. DEMONSTRAÇÃO DA DISCUSSÃO DE RESULTADOS

*“O objeto das ciências humanas é o encontro entre a consciência do pesquisador e a do pesquisado” (VENEU; FERRAZ; RESENDE, 2015), baseando-se em Bakhtin.*

Neste capítulo, expressamos e discutimos as elaborações/significações conceituais dos estudantes, bem como as recriações curriculares, tanto no âmbito da aula, como na sequência de conteúdos, de forma a demonstrar as interações entre os diferentes elementos constitutivos dessas elaborações e recriações. Os resultados são discutidos como enunciados constituídos, a luz do referencial teórico adotado.

Organizamos o capítulo de forma a apresentar os resultados das análises por série, começando pelas aulas do 7º ano, constituindo a seção 3.1., passando depois para as do 9º ano, que constituem a seção 3.2. Em ambos os casos a análise é apresentada por meio de enunciados constituídos no próprio processo de análise, apresentados em tópicos, reunidos em Eixos temáticos, que se caracterizam por Temas de enunciação, que são assim as menores unidades de análise. As aulas do 7º ano, por serem em maior número (cinco) e com mais tempo entre elas, abarcam uma maior quantidade de conteúdos, bem como maior diversidade de temas, de modo que estes precisaram ser agrupados em cinco Eixos. Já a análise das aulas do 9º ano (três) é organizada em dois Eixos temáticos.

Os Eixos temáticos são as subseções dos capítulos, seguintes (IV e V) que contêm os Temas de Enunciação, onde se apresentam e se discutem os enunciados, que denotam, na dialogia, as significações e ressignificações conceituais dos estudantes e da professora-pesquisadora. Desta forma os Temas de enunciação são do ponto de vista da redação, as subdivisões dos Eixos temáticos. Eles aparecem ao longo do texto, destacados na sua primeira menção, com o recurso negrito. Entretanto tanto os eixos temáticos; como os temas de enunciação não nasceram prontos. Ao contrário, eles foram se constituindo nos passos da análise, inclusive mudando de nome, mesclando-se, fundindo-se ou separando-se. Assim, a versão final dos temas das enunciações consolidou-se a partir das versões iniciais chamadas prototemas (primeira versão dos

temas). O mesmo ocorreu em relação aos Eixos temáticos, que inicialmente chamaram-se protoeixos.

A análise bakhtiniana é feita de modo a evidenciar relações dos achados com a questão de pesquisa, e com os objetivos específicos. Apontamos elaborações conceituais discentes, oriundas das vivências dialógicas orientadas para a natureza do próprio conhecimento e da Ciência. Apresentamos tabelas, que relacionam os objetivos das aulas, os conceitos desenvolvidos, os quais permitem o reconhecimento dos temas das enunciações constituídos, de acordo com o aporte teórico, por apresentarem conexão entre a razão teórica e a razão prática, que deve ser entendida como: “a razão que se orienta [...] a partir do vivido, isto é, do interior do mundo da vida” (FARACO, 2016, p. 19).

Explicamos a seguir a constituição dos temas das enunciações, como unidades de análise. Parafraseando o autor acima, partindo do mundo da sala de aula, tornada viva, procedeu-se nesta pesquisa-ação, a análise que obedeceu à seguinte sequência:

Inicialmente, de posse das transcrições das aulas, fez-se uma leitura prévia de cada transcrição, atentando para a ocorrência de palavras e/ou expressões que denotassem conceitos científicos ou que indicassem possibilidades de constituição conceitual. Na análise bakhtiniana, essas expressões são os marcadores discursivos, que utilizamos para demarcar e colher excertos significativos das enunciações. Sendo assim para chegar-se à primeira demarcação trabalhou-se diretamente nos texto das transcrições, tendo à mão as vídeo-gravações, no intuito de identificar o máximo de detalhes dos excertos significativos das interações, destacando conceitos importantes no escopo no Ensino de Ciências e da pesquisa.

Em um segundo movimento, analisou-se as possibilidades de em torno desses conceitos, constituírem-se em temas das enunciações, segundo o critério de Veneu, Ferraz e Resende (2015), que demarcam quatro passos da análise das interações discursivas, a saber: **identificação do enunciado**; sua **leitura preliminar**; **descrição do contexto extraverbal** e **análise do enunciado** propriamente dita. Para isso eles se baseiam nas principais características ou elementos linguísticos dos enunciados segundo Bakhtin: **relação com os outros participantes**, **conclusibilidade** e **alternância dos sujeitos de fala**, sendo esta última característica, somente ela, considerada por Lima, Ostermann e Cavalcanti (2015) como suficiente para determinar o enunciado. Os autores ressaltam essas características não são estanques, podendo imbricar-se umas nas outras.

Assim os enunciados que apresentamos como temas das enunciações começam a se constituir em torno de palavras\conceitos, ou excertos, como unidades providas de alternância de sujeitos de fala e conclusibilidade, esta última compreendida como o autor tendo comunicado tudo o que queria comunicar naquele momento. Esse processo foi-se desenrolando, atentando para a articulação entre o material linguístico (a transcrição), o foco da questão de pesquisa (as manifestações dos estudantes como elementos para guiar e redirecionar o ensino) e os conceitos bakhtinianos. Rodrigues (2004) auxilia a compreender diferenças sutis entre enunciado e enunciação: “enunciado é uma unidade de sentido diante da qual se pode tomar uma atitude responsiva [e] relaciona-se com a realidade extraverbal (a situação da interação)” (RODRIGUES, 2004, p. 425), enquanto que a enunciação seria o ato de enunciar, conforme expresso em Bakhtin (2006).

A descrição do contexto extraverbal, de acordo com Veneu, Ferraz e Resende (2015), é feita antes do momento da análise e corresponde neste relatório de pesquisa, à caracterização das escolas, que será enriquecida com uma descrição mais pormenorizada de cada ambiente onde ocorreram as aulas. Essa descrição é feita especificamente na análise por série (adiantamento), uma vez que as atividades pedagógicas, objetos da análise desenvolveram-se em escolas diferentes, sendo que em uma delas ocorreram as aulas do 9º ano e na outra, as aulas do 7º ano desencadeadas e analisadas, quando então descreveremos as salas de aula e outros ambientes das escolas onde tiveram lugar as interações. Entretanto, o “horizonte espacial comum dos interlocutores, seu conhecimento e compreensão da situação, sua avaliação comum dessa situação e o momento social e histórico em que ocorre” (VENEU; FERRAZ; RESENDE, 2015, p. 141) que segundo esses autores compõem o contexto extraverbal, o qual ficará mais claro de acordo com o desenrolar da análise, pois se evidencia que é o ambiente dialógico criado que enseja a participação estudantes, como poderá ser visto no decorrer da análise.

Em relação ao contexto extraverbal da presente pesquisa-ação, apesar de termos caracterizado as escolas, no capítulo anterior, ainda cabem alguns esclarecimentos quanto às escolas e às salas de aula, onde ocorreram as interações. Em ambas as escolas, pudemos contar com a colaboração da equipe pedagógica no sentido de viabilizar as atividades práticas desenvolvidas e as aulas de forma geral. Essa colaboração efetivou-se mediante as mais diversas tarefas, tais como disponibilizar o tempo de um bolsista de um setor da escola, para assessorar nas filmagens das aulas (escola B); providenciar

materiais paradidáticos, como argila e tintas (guache) para o modelo de vulcão (escola B) e providenciar bolas de isopor e outros materiais para a confecção do modelo de Sistema Solar (escola A); comunicar-se com as colegas da cozinha, para que elas disponibilizassem o forno para assar o pão (escola B); garantir o uso do espaço da sala de vídeo e permitir e auxiliar a retirada de livros didáticos da biblioteca durante as aulas de Ciências e emprestar o modelo tridimensional do sistema Terra-Lua-Sol (escola A), entre outras atividades necessárias ao andamento satisfatório das aulas. Uma das características das aulas, que colaborou para o exercício do protagonismo discente, exercitando certa liberdade de ação discente, foi o fato de haver em sala de aula livros didáticos atualizados, com boa qualidade de diagramação e conteúdos gráficos, à disposição dos estudantes, que eram incentivados a consultarem-nos durante as aulas. Essas consultas ocorreram em situações em que se instalaram discussões acerca de aspectos conceituais dos conteúdos.

Ainda em se tratando do contexto extraverbal desta análise, é necessário frisar que as oito aulas são as unidades brutas de análise, mas que elas são influenciadas pedagogicamente por dinâmicas pedagógicas progressas, assim como influenciam dinâmicas futuras, pois os exercícios dialéticos e dialógicos são próprios do curso das aulas no ano letivo todo, fazendo parte intrinsecamente do cotidiano escolar pesquisado. Exemplo disso é a aula Gráficos 1, do 7º ano, que é planejada de modo a responder um questionamento discente formulado na aula anterior, situada no intervalo entre aulas que integram o corpo empírico, na qual fez-se saída de campo. Fato similar ocorre também entre as aulas Gravidade e Marés, do 9º ano, sendo que esta última é planejada com o objetivo de responder questões discentes formuladas na aula Gravidade.

A quarta e última etapa do dispositivo analítico deve articular os elementos constituídos nas etapas anteriores, de modo a materializar a análise, tendo em mente que entre as duas primeiras etapas existe uma relação de precedência, mas entre as duas últimas essa relação não é tão clara, podendo o pesquisador revisitar aspectos da descrição da situação extraverbal dos enunciados, de forma a atender as particularidades da análise, que é marcadamente não linear.

Ainda segundo os autores, essas possibilidades de recursão e de diálogo conferem plasticidade ao dispositivo de análise, permitindo a articulação entre os elementos linguísticos e o contexto “permitindo que sua aplicação seja realizada de forma não linear e conjuntamente à reflexão sobre as questões de pesquisa” (Idem, p. 141), como fazemos neste relatório de pesquisa.

Expomos abaixo um exemplo de primeira demarcação discursiva, integrando o primeiro passo do dispositivo analítico utilizado (VENEU; FERRAZ; RESENDE, 2015), **identificação do enunciado**, extraído da análise da aula Modelo de vulcão. Os trechos das transcrições foram abreviados em função de espaço na tabela.

Tabela 2: Exemplo de primeiro movimento analítico: recorte das transcrições e identificação de palavras-chave e de falantes (A\P)<sup>17</sup>.

Fragmento (Unidade de significado)	Palavras-chave conceitos	Prototemas das enunciações
<p>A1: Mas sora a gente queria fazer o vulcão... Não era... Ficar... Com isso aí. P: Não entendi. Me explica... A5: Ah sora tu tá com outras coisas... Esse montão de letra... substâncias. P: Ahh entendi! Pára tudo! Quem já tá mexendo nos materiais... Pára! Quem tá pegando a argila aqui no armário... Pode parar! Que vou ter que explicar algumas coisas a vocês... Não é pra brincar de vulcão, não senhores!! É como sempre... Como todas as nossas atividades, são pra aprender...</p>	<p>Brincar \ aprender  (A\P)</p>	<p>Divergência de Objetivos</p>
<p>A2: Sora... Isso de química... Que tu tá dizendo... A minha irmã tá no nono... E ela tá aprendendo Química... E tu tá querendo ensinar pra gente... Mas ainda é sétimo. P:... Pois é... Mas a química apareceu agora na nossa vida... No sétimo ano, por causa do vulcão que vocês quiseram fazer... Aliás tem química em tudo, em muitos...</p>	<p>Química  (A\P)</p>	<p>Tempo "correto" de aprender; organização dos conteúdos</p>
<p>P: ...Que mais sai pelo vulcão? Só lava? Na verdade tem algo que sai, que o próprio modelo mostra... O que saiu dos nossos vulcões? Dos nossos modelos? AA: Borbulha. Espuminha... P: Hum espuminha... Espuma são bolhas, certo? A2: É bolhas de... De que sora? P: De gás. E que gás é esse? Que foi produzido na reação química que fizemos? É só olhar a reação, aqui no quadro... A2: É CO<sub>2</sub>, é o carbônico sora.</p>	<p>Bolhas \ espuma \ gás \ CO<sub>2</sub> \ reação  (P\A)</p>	<p>Produção de gases no vulcão e no modelo</p>
<p>P: Quem mais produz gás carbônico, que a gente já viu? AA: As plantas sora... Na fotossíntese. P: Nãããõ! Não senhores. AA (os mesmos): Ah não sora é... Eles usam o gás carbônico. P: Agora sim! Os vegetais usam o gás carbônico na fotossíntese. Então, o gás carbônico na fotossíntese é produto, ou é reagente? De acordo com o que a sora ensinou hoje sobre reagente e produtos? Aqui tá a reação química da fotossíntese. (17s) A5: É reagente.</p>	<p>Produtos e reagentes \ fotossíntese e \ oxigênio \ gás carbônico  (P\A)</p>	<p>Produção de gases nos processos naturais</p>
<p>A15 dirigindo-se ao colega: Mas ela também ensinou e tem aqui (no livro) que não sai só esse gás no vulcão. A sora disse que esse aí não tem cheiro, mas saem outros fedorentos. P: Muito bem! Desculpa, mas a sora ouviu o assunto de vocês sobre gases e gostei muito!... Quais são os gases fedorentos que saem no vulcão? AA: SO<sub>2</sub> e... P: Isso! Sai esse também, dióxido de enxofre, além do gás sulfídrico e mais outros... Eles também saem das valetas, produzidos por bactérias. Lembram das bactérias, que umas não usam oxigênio?... Essas aí é que produzem SO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S. A2: Mas nas valetas tem gás?? (Surpresa) É muito fedorento sora!</p>	<p>Gases fedorentos \ SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, valetas  (A\P)</p>	<p>Produção de gases naturais</p>
<p>A2: Sora por que eles tão pintando tudo de laranja? A8: Ai gurria isso é lava... Lava que escorreu e aqui ela endureceu... Fez pedra. O Willian disse que viu no NatGeo que vira pedra. A9: É sora... Vira, endurece, fica... Forma mineral... P: Isso! Muito bom, meninos! Esse é um jeito que o planeta forma rocha magmática, com minerais.</p>	<p>Lava \ mineral \ pedra \ rocha  (A\P)</p>	<p>Relação modelo \ realidade</p>
<p>A3: É que assim... A gente colocando as coisas do vulcão assim, aqui por cima... Não é muito como o vulcão funciona né... Porque no filme disse, e a gente sabe, que é por causa das mexidas... (p. 6). A9: É porque o vulcão acontece por mexida de dentro da Terra. A3: É, nas placas... Placas...</p>	<p>Causa do vulcão \ placas tectônicas</p>	<p>Relação modelo \ realidade</p>

<sup>17</sup> O código de cores serviu para auxiliar a distinguir os embriões de temas, ou prototemas, oriundos dos primeiros movimentos analíticos e as letras A e P simbolizam os turnos de fala dos estudantes (A) e da professora-pesquisadora (P).

P: Tectônicas. A3: É sora... É pra ser mais verdade... O que rola mesmo no vulcão... A gente tinha que injetar aqui em baixo (aponta a base do vulcão)...	(A\P)	
A11: Mas não dá pra injetar um pó, só o vinagre, então... (7s: Olhares interrogadores) P: Hum... Muito bom vocês terem observado isso... Por que não se pode injetar o pó, o bicarbonato? AA: Ah não dá... É... O pó não vai... Não dá de... Ele não desliza no tubinho... Da injeção pra injetar... P: Hum... Muito bom isso. Então vamos explicar isso: realmente o pó, um sólido, ele é diferente dos líquidos, dos fluidos. O que vocês estudaram lá no 6º, dos estados físicos? Da água? Como são os estados físicos? (cochichos 19s) AA: Sólido, líquido e... Gás, gasoso...	Injetar \ pó \ vinagre \ bicarbonat o Líquidos \ sólidos \ fluidos  (A\P)	Estados de agregação
P: Hum... E o sólido sendo duro... AA: Ele não se espalha. P: Se espalha sim. Olha... O bicarbonato se espalha em cima da mesa... Se eu despejar ele. Então cuidado com isso, ele é um sólido, mas ele é desmanchado, não é em pedra. AA: Então... Sora...? Mas a água se espalha mais... Ia se espalhar mais... P: É verdade! Ia mesmo... A palavra-chave pra entender isso é outra: fluido, fluir... Os líquidos fluem, são fluidos, porque as partículas, as moléculas deles são mais distantes umas das outras... E vibram mais, que no sólido. Então eles fluem, por isso podemos injetar, com uma seringa um líquido. E esse sólido aqui, mesmo que ele se espalhe, não dá pra injetar, como disse a Laysla, porque ele não flui, ele tem as moléculas mais juntinhas, mesmo que ele não seja em pedra... (19s) P: Ele vai se compactar, e não flui mesmo. A7: Ia entupir né sora? Tá entupindo. A3: Não dá mesmo de injetar...	Sólido \ fluidos \ fluir \ injetar \ espalhar  (P\A)	Estados de agregação
P: O que vocês acharam de importante no segundo parágrafo? O que causa a atividade vulcânica? AA: Placas Tectônicas. Quando elas se movem e tipo... Batem uma na outra... (12s) P: Isso! E ocorre, respondendo à Dienifer, que nós, o Brasil, a América do Sul, a gente tá sobre uma placa inteira, e não tem outra placa perto... A outra tá lá na África... Então não acontece aqui de uma placa interferir na outra, se chocar, nem nada. Entendeu, entenderam? Vamos adiante...	Placas tectônicas \ América \ África  (P\A)	Placas tectônicas
AA: Os continentes não são estacionários. P: Certo. Ótimo! E que quer dizer isso? Eu escrevo aqui... Seguimos com a leitura e depois o resumo vai estar completinho no quadro... A13: Que... Eu acho... Que eles não são parados sora... AA: É isso sora? Mas como pode ser...? A13: Tem um encaixe entre a costa oriental da América do Sul e a costa ocidental da África.	Continentes \ encaixe  (A\P)	Placas tectônicas, ponto de vista do planeta, continentes

Fonte: Autoria própria

Tabela 3: Exemplo de movimento de primeira demarcação discursiva.

Cor	Grupos de temas	Prototemas das Enunciações
Verde limão e turquesa Preto	Química	Reagentes e reações químicas
		Produção de gases no vulcão e no modelo
		Simbologia química
		Propriedades dos ácidos e bases
Vinho	Visão discente sobre as vivências escolares	Divergência de objetivos
		Tempos corretos de aprender
		(Des)Importância do conhecimento
Amarela	Relações:	Modelo e realidade
		Fenômeno estudado e realidade
		Ciência dos cientistas e Ciência escolar
Verde	Estados de agregação	
Azulão	Aspectos geográficos	

Fonte: Autoria própria

Tabela 4: Exemplo de movimento de segunda demarcação discursiva, com agrupamento de prototemas.

Eixos temáticos	Prototemas das enunciações
Fenômenos Químicos e Físicos	Reagentes e reações químicas
	Produção de gases no vulcão e no modelo
	Simbologia química
	Propriedades dos ácidos e bases
	Estados de agregação
Visão discente sobre as vivências escolares	Divergência de objetivos
	Tempos corretos de aprender
	(Des)Importância do conhecimento;
Relações:	Modelo e realidade
	Fenômeno estudado e realidade
	Ciência dos cientistas e Ciência escolar
	Aspectos geográficos

Fonte: Autoria própria.

Nas duas primeiras etapas da análise, observa-se que o prototema Química forma-se por reunião de vários enunciados (alguns deles representados na tabela 3), na qual as várias cores da coluna à esquerda relacionadas a conceitos, atinentes à Química, fundem-se na cor verde escolhida para representar esse primeiro grupo formado. Optamos por utilizar a palavra prototema (primeiro tema) para significar que os temas estão em processo de elaboração. Na consolidação da análise, organiza-se a escrita agrupando os Temas de enunciação em Eixos temáticos, representativos desses temas.

No decorrer da análise vê-se que o prototema *estados de agregação* passou a integrar o Eixo temático Fenômenos Químicos, que, no último passo da análise, passou a chamar-se Fenômenos Químicos e Físicos, englobando também temas das enunciações correlatos à Química e Física, provindos de outras aulas.

Também o prototema *aspectos geográficos* perdeu força e foi desconsiderado, pois ele, do ponto de vista do corpo empírico de pesquisa, não se relacionou a outros temas, de modo a constituir um eixo temático. E do ponto de vista do ensino e da aprendizagem na aula, ele também não produziu inter-relações importantes, que tenham sido registradas, além do fato de integrar conteúdos da disciplina de Geografia. Sobre esse aspecto importa registrar um acontecimento ocorrido nesta aula Modelo de vulcão: atrasamo-nos para finalizar a aula, ultrapassando inclusive o horário do intervalo, mas liberando os estudantes que quisessem ir para o recreio, o que poucos quiseram. Em função disso, o professor da turma no próximo horário, da disciplina de Geografia, procurou os estudantes no laboratório de Ciências. Nessa ocasião ele foi convidado a entrar, quando a professora-pesquisadora desculpa-se, e a aula segue em seus momentos

finais, com o professor convidado circulando entre os modelos, conversando com os estudantes. Dado o inusitado da situação, o professor comportou-se de modo que as interações que travou com os estudantes não foram captadas em áudio, apenas deixam-se perceber na vídeo-gravação, compondo o ruído de fundo do final desta aula. Posteriormente, conversando com os estudantes, eles reportaram que o professor questionou-os sobre as causas e consequências da ocorrência dos vulcões, em aula, e esclareceu que não se incomodou com a situação.

Ficará claro ainda, na análise que o eixo temático *Relações* também se esvaziou, tendo os enunciados correlatos se espalhado por outros eixos temáticos, compondo temas de enunciação com caráter relacional. Observa-se, ainda, que os conceitos relacionados ao prototema *aspectos geográficos* de fato não se ligam aos outros conceitos trabalhados em aula e elencados na análise, tendo sido então desconsiderados, demonstrando que a palavra\conceito pronunciada e analisada na sua ocorrência concreta tem força axiomática e relacional na análise bakhtiniana.

Encaminhamos as análises, iniciando pelas aulas do 7º ano.

#### IV. ANÁLISE DAS AULAS DO 7º ANO

*“Podemos aprender verdades sociais mais verdadeiras, ao conhecer as verdades da infância, da adolescência e juventude com quem convivemos, do que nas disciplinas em que somos licenciados” (ARROYO, 2017, p. 97).*

Focamos daqui em diante na análise discursiva acerca de interações dialógicas nas aulas do 7º ano. As duas tabelas abaixo auxiliam a mostrar os movimentos de análise, baseados nos passos do dispositivo analítico que utilizamos, descrito no capítulo III. Inicialmente, procederam-se os movimentos analíticos como exemplificado no capítulo III. Mediante movimentos de análise, via sucessivos agrupamentos, como já explicado, consolidou-se o processo de construção destas categorias de análise, que denominamos, a partir da teorização bakhtiniana, Temas de Enunciação os quais foram sendo agrupados em Eixos temáticos, conforme tabela 5, abaixo, para fins de organização da análise e da escrita.

Apresentamos uma primeira forma de organização dos Temas de enunciação, localizando-os relativamente às aulas em que ocorreram, e já encaminhando seu pertencimento a categorias maiores, os Eixos temáticos, como na tabela que virá a seguir. Os temas são nesta etapa chamados prototemas, ou primeiros temas, assim como os Eixos são chamados protoeixos, para demonstrar que são frutos dos primeiros movimentos de demarcação de acordo com aproximações e distanciamentos conceituais, estando em processo de constituição analítica.

Essa forma de apresentação mostra alguns temas que no decorrer da análise foram realocados e/ou renomeados. Esse movimento provocou esvaziamento de alguns protoeixos temáticos como é o caso do protoeixo Relações, uma vez que se percebeu que a característica relacional não é propriedade de um ou outro tema. Ao contrário é uma característica dos temas em geral, tendo as enunciações inicialmente organizadas sob esse protoeixo, sido realocadas no eixo temático Visão discente referente às vivências escolares, como poderá ser visto na tabela 6 seguinte à tabela 5, abaixo.

Tabela 5 – Prototemas das enunciações: Aulas do 7º ano

Aulas	Objetivos	Conceitos \ temas trabalhados \ prototemas das enunciações	Proteixos temáticos
Aula 1. Modelo de VULCÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Atender ao grande interesse (motivação) dos estudantes por vulcões;</li> <li>•Confeccionar um modelo científico;</li> <li>•Desenvolver conceitos relativos à formação do Planeta, em decorrência dos vulcões primitivos;</li> <li>•Compreender a reação química envolvida no funcionamento do modelo;</li> <li>•Desenvolver conceitos relativos à atividade vulcânica</li> <li>•Discutir porque não há vulcões na nossa região.</li> </ul>	Reagentes e reações químicas Produção de gases Símbolos químicos Propriedades dos ácidos e bases	Conceitos Químicos
		Divergência de objetivos Tempos corretos de aprender (Des)Importância do conhecimento Integração entre disciplinas \ Espaços e tempos da aula	Visão discente sobre as vivências escolares
		Modelo e realidade Fenômeno estudado e realidade Ciência dos cientistas e Ciência escolar Aspectos geográficos Estados de agregação	Relações
Aula 2: FERMENTAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Compreender o processo de fermentação como uma biotecnologia;</li> <li>• Fabricar pães;</li> <li>• Relacionar o processo de fermentação com outros processos de trocas gasosas.</li> <li>•Revisar aspectos do conteúdo do Reino Fungi;</li> </ul>	Tipos de fungos; Usos dos fungos	Fungos
		Respiração dos animais Respiração aeróbia e anaeróbia Gases e atividades vitais dos vegetais Micorrizas Produção de nutrientes	Trocas gasosas Cadeia alimentar Associações entre seres vivos
		Conhecimento escolar e funcionamento da escola Conhecimento escolar e conhecimento científico Conhecimento científico e natureza da Ciência	Integração de conhecimentos \ Relações
Aula 3. GRÁFICOS 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Produzir dados com os exemplares de plantas colhidos anteriormente</li> <li>•Revisar a classificação dos seres vivos;</li> <li>•Classificar os exemplares em 4 grupos do Reino <i>Plantae</i>;</li> <li>•Revisar conceitos básicos, como fotossíntese;</li> <li>•Produzir gráficos a partir dos dados organizados;</li> <li>•Relacionar o conteúdo com aspectos já tratados.</li> </ul>	Organização de dados Classificação dos seres vivos Classificação de seres fotossintetizantes Classificação dos vegetais	Critérios de organização \ Classificação
		Caracterização e classificação dos vegetais Processos vitais nos vegetais; Partes dos vegetais	Vegetais
		Origem da comida e Produção de alimentos	Alimentos
		Relação representação–realidade; Proporções; Instrumentos científicos e representação Linguagem da Ciência; Ética ambiental	Representação
Aula 4: GRÁFICOS 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Revisar os dados registrados sobre a decomposição dos materiais do terrário;</li> <li>•Revisar conceitos como decomposição, cadeia alimentar;</li> <li>•Desenhar tabelas com os dados coletados;</li> <li>•Fazer os gráficos de decomposição de cada material depositado no terrário;</li> <li>•Interpretar os gráficos produzidos, relacionando com a observação dos fenômenos no terrário.</li> </ul>	Fontes de erro; Critérios Inferência; Registro de dados Medições e Sistematização; Aumento de massa	Experimentação
		Resíduos, Húmus e decomposição e Brotação	Relações ecológicas
		Bactérias, fungos, núcleo, unicelulares, procariontes, eucariontes.	Diferenciação e classificação
		Interface dados \ representação Convenções Massa, peso e gravidade	Fundamentos matemáticos
Aula 5: AVES	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Compreender as adaptações do corpo das aves ao voo: ossos pneumáticos, sacos aéreos e quilha.</li> <li>•Compreender as adaptações em</li> </ul>	Diferenciação e Características gerais das aves	Classificação
		Temperatura corporal e Mecanismo de voo	Fisiologia das aves

termos de regulagem da Densidade corporal; •Compreender a quilha como condição para favorecer o voo. •Relacionar o conteúdo com aspectos já tratados em aula, oriundos de outros conteúdos;	Leveza do ar; Materialidade do ar Construção do conceito de Densidade e Empuxo	Ar
	Adaptações para o voo Osso carena; Interações com o meio	Inteligência da Natureza: relações ecológicas.

Fonte: Autoria própria

Em outros casos houve aglutinação e\ou fusão de temas, como exemplificado no início do capítulo III, constituindo-se então os eixos temáticos, como demonstrado na tabela abaixo. Assim as tabelas pretendem demonstrar movimentos analíticos e os seus resultados.

Tabela 6<sup>18</sup>: Temas de enunciação das aulas do 7º ano

Aulas	Temas das enunciações	Eixos temáticos
V	Divergência de intenções docentes e discentes	Visão discente sobre as Vivências escolares
Gr1	Conhecimento escolar e funcionamento da escola	
F	Conhecimento escolar e conhecimento científico	
Av	Relação entre modelo e realidade	
V	Produção de gases, reagentes e reações químicas	Fenômenos Químicos e Físicos
Gr2	Propriedades dos ácidos e bases	
	Simbologia química e nomenclatura científica	
AV	Estados de agregação	
F	Materialidade do ar	
	Flutuabilidade (condições de flutuação)	
Gr1	Construção de gráficos e representação	Gráficos e representação matemática
Gr2	Proporções e frações	
F	Processos vitais	Seres Vivos
Gr1	Vegetais: caracterização e classificação	
Gr2	Inteligência da Natureza	
Av	Associações entre seres vivos	
Gr1	Sistematização de procedimentos e erro experimental	Método experimental e instrumentos científicos
	Inferência e representatividade	
Gr2	Formulação de hipóteses	
	Instrumentos óticos e representação	

Fonte: Autoria própria.

Ao constatar o tamanho da tabela e a variedade de temas trabalhados, que geraram os **Temas de enunciação** organizados sob **Eixos temáticos**, torna-se inevitável refletir sobre a modalidade de trabalho pedagógico por temas, ou temáticas (AULER, DALMOLIM FENALTI, 2009; COSTA-BEBER, CEREZO, MALDANER, 2014),

<sup>18</sup> Legenda na tabela: V: Aula 1 (Modelo de Vulcão); F: Aula 2 (Fermentação); Gr1: Aula 3 (Gráficos 1); Gr2: Aula 4: Gráficos 2; Av: Aula 5 (Aves – Adaptações para o voo).

apontando, entretanto uma diferença fundamental entre essas teorizações e este trabalho de pesquisa: os autores mencionados defendem, baseando-se em Freire (1992, 1996, 1997), o planejamento do trabalho pedagógico por temas, como forma de organizar o currículo escolar de uma maneira contextualizada e mais próxima dos interesses dos estudantes. Enquanto que aqui há uma sutil diferença, uma vez que, embora havendo planejamento e intencionalidades prévios (expressos nos objetivos de cada aula), os temas foram trabalhados em aula e constituíram-se no momento da análise, como Temas das Enunciações, que são então resultados do processo pedagógico dialógico e dialético.

Para chegar à tabela 6, inicialmente partiu-se dos assuntos tratados em cada aula, reorganizando em seguida as tabelas originais, tendo em vista aproximações entre os temas, principalmente relação de pertencimento. Após isso, analisando os temas organizados atribuímos uma mesma cor aos temas considerados mais específicos, aqueles que ocorreram em apenas uma aula, como é o caso dos temas relativos à fisiologia das aves, aos processos vitais dos seres vivos e aos vegetais (caracterização, classificação e partes), que ocorreram respectivamente nas aulas Aves, Fermentação e Gráficos 1. Dessa forma chegamos à segunda versão de tabela de temas de cada aula (não apresentada) para em seguida, juntando todas as aulas em uma tabela geral, procedermos da mesma forma, reorganizando novamente os temas, sob o mesmo critério, utilizando um código de cores, para facilitar a localização dos temas nos Eixos temáticos e encontrar suas ocorrências nas aulas (tabela 6).

Nesse processo, a última generalização consistiu em unificar sob o Eixo temático **Seres vivos**, os temas: Processos vitais; Vegetais: caracterização e classificação; Inteligência da Natureza e Associações entre seres vivos.

A Tabela 6 mostra a consolidação da organização dos Temas de enunciação, agrupados nos cinco eixos temáticos que são: Visão discente sobre as práticas escolares; Fenômenos Químicos e Físicos; Seres vivos; Gráficos e representação matemática e Método experimental e instrumentos científicos. Os vários prototemas relativos às **Relações** (conforme tabela 5) provém de variadas aulas analisadas. Essa constatação dá conta do caráter contextual e relacional do desenvolvimento dos conteúdos, uma vez que para Vygotsky (2001) e para Bakhtin (2006) aprendem-se os conceitos por meio de outros conceitos/palavras, assim os temas relacionais distribuíram-se entre os eixos temáticos.

Antes de iniciar a apresentação e discussão dos temas de enunciação, enfatizamos que a sua separação e organização em eixos temáticos dá-se para fins de exposição e discussão que integram a análise. Isso não se incompatibiliza com a abordagem integrada e relacional, que adotamos nos processos de ensinar e aprender Ciências os quais desencadeamos. Os temas das enunciações reunidos sob o mesmo Eixo temático originam-se de diferentes aulas, pois são frutos de ações de ensino planejadas e desenvolvidas em função de demandas surgidas ao longo da convivência pedagógica aqui estudada. No registro dos enunciados usamos o código A, para as falas dos estudantes, seguido do nº que corresponde à vez de fala do estudante na aula, seguido, ainda, pelas iniciais da aula que gerou a enunciação. Quando não é possível precisar quem se manifestou ou quando são ouvidas várias vozes, optou-se por representar o enunciado por AA. As falas da professora-pesquisadora são indicadas por P. O código para as aulas é:

Tabela 7: Legenda para a organização das falas dos enunciados.

Aulas	Modelo de Vulcão	Fermentação	Gráficos 1	Gráficos 2	Aves
<b>Código</b>	<b>V</b>	<b>F</b>	<b>Gr1</b>	<b>Gr2</b>	<b>Av</b>

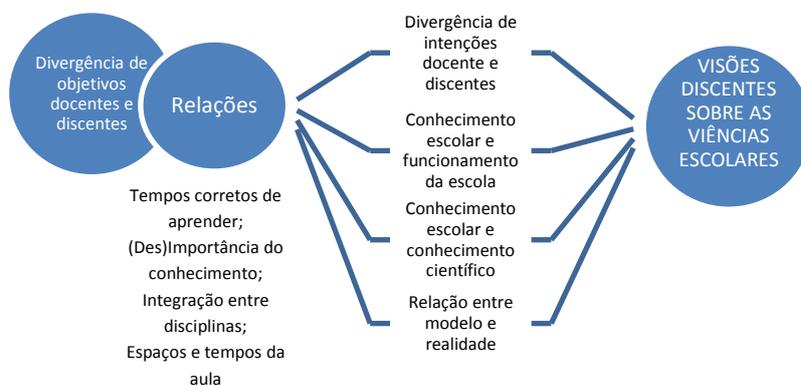
Fonte: Autoria própria

Assim um enunciado que inicie por: A3Av trata-se do 3º estudante a se manifestar na aula Aves; A10Gr2 indica o décimo estudante a se manifestar na aula Gráficos 2 e AAV indica que o enunciado é feito por mais de uma voz ou que não foi possível precisar quem se manifestou na aula Modelo de vulcão, e assim por diante.

#### 4.1. EIXO TEMÁTICO: VISÃO DISCENTE SOBRE AS VIVÊNCIAS ESCOLARES

Este eixo temático nasceu com esse mesmo nome, congregando os prototemas Divergência de objetivos; Tempos corretos de aprender; (Des)Importância do conhecimento; Integração entre disciplinas; e Espaços e tempos da aula. Incorporaram-se a esse eixo, renomeados, os prototemas das enunciações do protoeixo Relações: Modelo e realidade; Fenômeno estudado e realidade; Ciência dos cientistas e Ciência escolar. Ao protoeixo temático Relações pertenciam também os prototemas das enunciações Aspectos geográficos; e Estados de agregação, um deles abandonado (aspectos geográficos) e o outro realocado, como se verá adiante. Depois desses movimentos analíticos, alguns prototemas foram renomeados, outros fundidos e outros ainda suprimidos, o Eixo temático **Visão discente sobre as vivências escolares** passa a congrega os Temas de enunciação Divergência de intenções docentes e discentes; Conhecimento escolar e funcionamento da escola; Conhecimento escolar e conhecimento científico; e Relação modelo-realidade, conforme figura abaixo:

Figura 2: 1º e 2º movimentos analíticos de constituição do Eixo temático Visão discente sobre as vivências escolares



Fonte: Autoria própria.

Iniciamos pelo **Tema de enunciação Divergência de intenções docentes e discentes**. A aula Vulcão iniciou-se com uma divergência de intenções entre os objetivos da atividade traçados pela professora e as expectativas dos estudantes, conforme enunciado abaixo:

*AIV: Mas sora a gente queria fazer o vulcão... Não era... Ficar... Com isso aí.*

*P: Não entendi. Me explica...*

*A5V: Ah sora tu tá com outras coisas... Esse montão de letra... substâncias.  
P: Ahh entendi! Para tudo! Quem já tá mexendo nos materiais... Para!...  
Pode parar! Que vou ter que explicar algumas coisas a vocês... Não é pra  
brincar de vulcão, não senhores!! É como sempre... Como todas as nossas  
atividades, são pra aprender...*

A questão aqui parece ser a necessidade de levar os estudantes a superarem uma visão lúdica associada ao trabalho experimental, ou a qualquer trabalho pedagógico diferente do copiar que eles conhecem e exercitam. Assim tratou-se de construir uma conexão entre as intenções docentes e as leituras dos estudantes sobre a proposta e o desenvolvimento da aula. Consideramos que essa divergência é parte dos processos de ensinar e aprender, como processos mediados por signos e instrumentos, em uma relação de mútua dependência, como “momentos do ciclo gnosiológico” (FREIRE, 1996, p. 31). Entretanto, segundo Freire (1996) esse movimento tensionado deve ser de diálogo; não de antagonismo. Nessa mesma aula, destacamos também ideias dos estudantes sobre os tempos corretos de aprender e sobre certa desvalorização do conhecimento, compondo à divergência entre os objetivos discente e docente, como reproduzido nos enunciados a seguir, respectivamente:

*A2V: Sora... Isso de química... Que tu tá dizendo... A minha irmã tá no nono... E ela tá aprendendo Química... E tu tá querendo ensinar pra gente... Mas ainda é sétimo.*

*P:... Pois é... Mas a química apareceu agora na nossa vida... No sétimo ano, por causa do vulcão que vocês quiseram fazer... Aliás tem química em tudo, em muitos... Muitos aspectos,... Coisas da nossa vida, tem conhecimentos químicos... Nessas bolachinhas aí que vocês comem... Nas tintas dos cabelos tem química... E num montão de coisas mais... Então eu pergunto, já que tem conhecimento químico em tudo... Não é melhor a gente saber sobre Química logo... Do que esperar pelo nono ano?*

*A3V: Sei lá... Tu sempre quer ensinar umas coisas... Assim,...*

*AAV: Que a gente vê... Que tem... Que a gente usa...*

Arroyo (2017) destaca a importância de acolhermos os estudantes, como sujeitos na construção do conhecimento, enquanto nós mesmos professoras\es nos colocamos na posição de sujeitos dessa construção. Assim “não se trata de que o professor perca ou renuncie seu lugar de profissional do conhecimento; mas reconhecer-se sujeito de experiências e indagações e reconhecer e incorporar os educandos como sujeitos de indagações, para, em diálogo, buscarem seus significados” (ARROYO, 2017, p. 153). Entretanto nesse movimento não se encontra direta e positivamente o protagonismo discente, como desejado. Ao contrário, encontram-se muitas vezes posições refratárias e reacionárias, produzidas nos estudantes, pensamos, em parte pelas próprias dinâmicas escolares vividas. Afinal os sujeitos da pesquisa são estudantes que já contam, em média com cerca de 8 anos de escolarização, incluindo o período de Educação Infantil.

Relaciona-se a esse perfil o diagnóstico de Tardif (2005), sobre os estudantes canadenses, que se aplica de forma pertinente aos estudantes brasileiros, de que eles formulam estratégias para passar pela escola sem afetar-se pelo que lá ocorre. Podemos inferir que esse fenômeno seja fruto de um movimento mudo e pouco discutido (MARQUES, CASTANHO, 2011; LEÃO, DAYRELL, REIS, 2011; PEREIRA, 2014; GALIAZZI, 2016; SPOSITO, 2010; SPOSITO e TARÁBOLA, 2017) de resistência dos estudantes à escola massificadora, com ensino bancário, que quer depositar-lhes informações, sem correspondência com os fatos da vida concreta. No enunciado a seguir o estudante deixa entrever uma postura refratária sobre a validade dos conhecimentos em circulação na aula:

*A18V: Agora tudo é reação química... (Ironia)*

*P: Sim! Muitas coisas que acontecem... Que a gente não sabia que era reação química, é! Inclusive a tua respiração, a nossa respiração, ela existe, é... Pra que possa acontecer a reação química da produção de energia no nosso corpo... A respiração celular, que a gente estudou lá na 1ª semana do ano... Antes de estudar no 7º ano a gente não sabia que a nossa respiração e a dos animais podia ser resumida nesse esquema aqui...*

*Que é o contrário... Desse aqui ó... A fotossíntese... E isso mostra nossa ligação com a Natureza... A diferença é que a gente pode saber ou não dessas coisas. O que tu achas melhor?*

*A18V: Sei lá.*

Pensamos ser importante que os estudantes sintam-se à vontade para expressarem-se sobre o andamento da aula e o seu conteúdo, o que não quer dizer que a professora acate as suas posições. Ao contrário, esses enunciados mostram que a professora-pesquisadora tenciona o diálogo, em busca da resposta, da reciprocidade, embora, no enunciado acima sem muito êxito. De acordo com Freire:

*A tarefa coerente do educador [ ] é, exercendo como ser humano a irrecusável prática de inteligir, desafiar o educando com quem se comunica e a quem comunica, produzir sua compreensão do que vem sendo comunicado. Não há inteligibilidade que não seja comunicação e intercomunicação e que não se funde na dialogicidade. (FREIRE, 1996, p, 42).*

Os entendimentos sobre a categoria diálogo em Freire e Bakhtin guardam aproximações e distanciamentos, sendo que segundo Faraco (2009) as teorizações bakhtinianas e de seu Círculo não consideram o diálogo como modo de produzir consenso, antes que as relações dialógicas “não apontam apenas na direção das consonâncias, mas da multissonâncias e dissonâncias” (FARACO, 2009, p. 68). Por isso a concepção bakhtiniana de diálogo é apropriada para analisar e discutir as dinâmicas das interações dialógicas na sala de aula, como as fomentadas, registradas e discutidas nesta pesquisa-ação.

Bakhtin (1997; 2006) e os teóricos do Círculo compreendem que o diálogo pressupõe diferentes vozes sociais, as quais se fazem ouvir no processo, elas podem polemizar, responder ou complementar-se. Dessa forma encaramos as manifestações dos estudantes em aula, nas quais não ocorrem somente construções e elaborações conceituais, mas que veiculam o que e como pensam os estudantes sobre as dinâmicas escolares em geral e sobre o conhecimento, como mostram as enunciações. Outrossim, as manifestações discentes aparecem em muitas ocasiões como portadoras de pensamentos correntes na sociedade sobre a escola, sobre a aprendizagem e sobretudo sobre os métodos de ensino, em relação aos quais os estudantes a essa altura da sua escolarização, já produziram seus modelos:

O objeto do discurso de um locutor, seja ele qual for, não é objeto do discurso pela primeira vez neste enunciado, e este locutor não é o primeiro a falar dele. O objeto, por assim dizer, já foi falado, controvertido, esclarecido e julgado de diversas maneiras, é o lugar onde se cruzam, se encontram e se separam diferentes pontos de vista, visões de mundo, tendências (BAKHTIN, 1997, p. 320).

Já na aula Fermentação, trabalhada após a aula Vulcão, já se encontram visões que denotam mais autoconsciência do ser estudante e dos movimentos pedagógicos, os quais relacionam o conhecimento escolar com o funcionamento da escola e com o conhecimento científico, por meio dos temas de enunciação que denominamos Conhecimento escolar e funcionamento da escola; Conhecimento escolar e conhecimento científico.

Passamos ao **Tema de enunciações Conhecimento escolar e funcionamento da escola**, por meio de um enunciado constituído na aula Fermentação, questiona-se a natureza dos conteúdos de estudo na escola:

*A17F: Mas sora... Esse gás, gás carbônico, e o gás que a gente respira... Tudo gás, líquido... Tudo tem... coisas pra gente saber?... Eu não sabia dessas coisas assim... Eu nunca tinha aprendido...*

*A17F: Não lembro muito... Mas o que eu tô dizendo é que essas coisas que tu diz... Que a gente vê, que a gente respira como o ar... Coisas que tão aí, eu nunca estudei... Eu só vejo que tem, eu vejo que tem ar, água, comida... Mas isso... Não é coisa de estudar...*

*A1F: É sora ela não tá acostumada contigo, que tu quer explicar pra gente coisas que tem de verdade... Realidade, que se vê, que... A gente vive. Ela acha que é... Que tinha que ser só coisas do livro, folhinha... Como todo mundo faz...*

*P: Ah... Tô entendendo... Mas não é verdade que vocês só aprendem em folhinha... Vocês semana passada tavam compondo poesias, já se preparando pra FLIC<sup>19</sup>... E isso é coisa que tá aí, tá na vida real, no mundo, os sentimentos que vocês botam no papel,... E se torna uma poesia...*

---

<sup>19</sup> Festa literária do CAIC.

Nesse enunciado é possível observar a intervenção feita pelo estudante, ao explicar à professora a reação de uma colega nova na turma e na escola, ao seu modo de ensinar. A explicação do estudante veicula o próprio entendimento de como a professora ensina, num movimento dialógico de mediar compreensões, que Vygotsky (2001) atribui a um parceiro mais capaz, do ponto de vista de quem aprende. Se compreendermos a metacognição como movimento válido e importante (FIGUEIRA, 2003), podemos considerar essa interação como indício de constituição da zona de desenvolvimento potencial, a qual expressa o que o estudante pode chegar a compreender pela mediação proporcionada pelo colega, ao inserir no diálogo, palavras (conceitos).

Em se tratando de cultura escolar, esse enunciado dá a dimensão do quanto ela está fortemente sedimentada. Isto porque embora a escola esteja fazendo movimentos de superar o ensino instrucional, por exemplo, proporcionando aos estudantes produção de cultura, com a Festa Literária (FLIC), parece que isso ainda não é suficiente para abalar crenças arraigadas (advindas das vivências pregressas) que os estudantes têm construído ao longo de seu percurso escolar, sobre o funcionamento da escola. A ideia bakhtiniana de refração da realidade auxilia na compreensão dessa situação, pois signos são adotados/utilizados pelas comunidades comunicativas, como modos próprios de interpretação forjados no seio das interações, já que:

Nas condições habituais da vida social, esta contradição oculta em todo signo ideológico não se mostra à descoberta porque, na ideologia dominante estabelecida, o signo ideológico é sempre um pouco reacionário e tenta, por assim dizer, estabilizar o estágio anterior da corrente dialética da evolução social e valorizar a verdade de ontem como sendo válida hoje em dia. Onde o caráter refratário e deformador do signo ideológico nos limites da ideologia dominante. (BAKHTIN, 2006, p. 46).

Percebe-se que a escola segue sendo traduzida/vivida/narrada pelos seus membros, por essa lente do signo ideológico que tenta mantê-la da mesma forma, assim como a suas estruturas e seus mecanismos.

Entretanto, na aula Gráficos 1 (3ª aula da sequência analisada) surgem reflexões acerca do espaço-tempo da aula, mediante a sugestão discente de integração entre disciplinas, denotando, a nosso ver, já um amadurecimento e uma autoconsciência dos estudantes, que se manifestam sobre a forma como pensam que poderiam ser desenvolvidas as aulas:

*A3Gr1: Eu ia achar legal aula com duas matérias juntas, sora. Tu te lembra sora, que a gente fez o vulcão no início do ano? E o sor A\* veio aqui nos buscar porque tu não viu que a aula tinha acabado.*

*A5Gr1: Eu achei que ele ia ficar brabo, mas aí... (dirigindo-se aos colegas) A sora convidou o sor A\* pra ele entrar e ver o vulcão, todos né... (...) E aí o sor explicava umas coisas de Geografia sobre os vulcão e a sora explicava outras coisas...*

“O importante, concluiu Paulo Freire, é a comprovação de que os alunos, quando chegam à escola, também têm o que dizer, e não apenas o que escutar” (GADOTTI, 1996, p.87). Essa fala refere-se, de forma abrangente, a importância de valorizar o que o estudante já sabe de suas vivências fora da escola, suas leituras de mundo, que tem precedência sobre a leitura da palavra, que deve da primeira servir-se. Porém no nosso caso tratou-se de ouvir no cerne desta pesquisa-ação, o que o estudante tem a dizer sobre as práticas escolares vividas, sobre os conceitos que formula e sobre a aula, prática rara na escola e na pesquisa acadêmica em educação (MARQUES; CASTANHO, 2011; GALIAZZI, 2016; SPOSITO, 2010; SPOSITO e TARÁBOLA, 2017), dentre outros. Expressa-se aí, no escopo da pedagogia freireana, o caráter político da educação que defendemos nesta pesquisa-ação: “esta vocação que ela tem [a educação], como ação especificamente humana de *endereçar-se* até sonhos, ideias, utopias e objetivos, que se acha o que venho chamando de politicidade da educação” (FREIRE, 1996, p. 124, *italico no original*), que se traduz no ouvir e privilegiar a voz dos estudantes na escola, como opção pedagógica e na pesquisa, como opção epistemológica e metodológica.

O fato de o estudante autorizar-se a emitir opinião sobre a situação vivida, em tom propositivo é fruto do trabalho pedagógico que valoriza a sua voz, num processo longo e persistente de fomentar o protagonismo discente, exercitando o diálogo mediado. Desta forma a proposta pedagógica desenvolvida e analisada mostra-se responsiva, ou dialogal, nas perspectivas bakhtiniana e freireana, com a professora-pesquisadora primando pela escuta atenta às enunciações dos estudantes, uma vez que para Bakhtin (1995) indícios de compreensão expressam-se pela inserção de contrapalavras, ou seja, palavras próprias, proferidas no discurso corrente.

Entretanto também se constituíram situações opostas nas quais os estudantes expressam-se no sentido da negação das dinâmicas pedagógicas propostas, como no enunciado abaixo, produzido na aula Aves:

*P: (...) Porque a aula é nossa, de todos nós né.*

*A13Av: Não a aula é tua. Eu não...*

*P: Olha a aula é de todo mundo que tá se empenhando pra ela funcionar bem... E inclusive estamos te esperando, e os guris aí... Que só falta a participação de vocês pra aula ficar ainda melhor...*

*A13Av: Ah não sora... Deixa aí os sabe-tudo...*

*P: Hum... Como assim?*

*AAv13: Ah nada sora, deixa quieto...*

*P: Bom, a gente pode conversar mais disso... Quando acabar a aula... Queria mesmo conversar com vocês...*

*A13Av: Ah não sora... Tá louco! O cara fala uma coisinha... Ai tu já quer ficar falando... Conversa... Só falta dizer que vai chamar a D\* (refere-se à diretora).*

*P: Só pra gente encerrar a conversa por agora: não vou chamar a diretora! Já me viram chamando a diretora por qualquer coisa?... Uma discordância... De ideias...? Reflete bem... Os colegas e as colegas que eu acho que tu te refere como sabe-tudo... A sora já corrigiu eles hoje mesmo... (...) Eles também tão tentando aprender... Só que eles tão tentando e ajudando todo mundo aprender junto ao mesmo tempo, tão dando opinião, estudando, respondendo, propondo... Mas conversamos melhor depois.*

*A13Av: Tá louco sora... Não...*

Consideramos importante dar visibilidade a esta fala, porque ela é sintomática, como estratégia de sobrevivência do estudante na escola, que parece opor-se ao movimento proposto. A expressão “tá louco” é representativa desse comportamento de blindar-se às experiências de aprendizagem propostas.

A seguir encaminhamos o **Tema de enunciação** que relaciona **Conhecimento escolar e conhecimento científico**, constituído na aula Fermentação, por meio do diálogo:

*P: (...) Vamos pensar no pão. O pão é um bem, uma comida do mundo, muito muito antiga, então hoje vocês entenderam o motivo por que a gente usa o fermento, e o açúcar, a farinha... Antes vocês conheciam o pão, mas não sabiam mais nada sobre ele. Agora vocês viram, entenderam a Ciência sobre o pão.*

*A1F: Mas sora, não foi... Tipo um cientista que inventou o pão... Né...?*

*P: Não, a gente nem tem como saber quem inventou o pão... Foram os povos da antiguidade... No Velho Testamento, que é um livro muito muito antigo, já fala de pão.*

*A1F: Então sora, como o pão... Tem a ver com Ciência?*

*P: Ah muito muito boa essa tua pergunta! É que a Ciência não trabalha com um campo... Com uma coisa só dela... Um objeto... Ela trabalha com coisas que tão no mundo. A ciência tenta entender como o mundo funciona, pra poder estabelecer... Dizer... Como as coisas ocorrem e prever, com teorias, o que acontece se... Mudarem as condições... Por exemplo se as pessoas intervêm, fazem ações...*

Ensinar exige rigorosidade metódica, criticidade e amorosidade (FREIRE, 1996) para que a\o professor\,a, possa ao mesmo tempo fomentar e permitir a expressão do raciocínio crítico dos estudantes, e também contrapor suas construções conceituais, num processo dialético de auxiliar nos seus movimentos de aprender no coletivo. A professora-pesquisadora então orienta-se em direção aos discursos discentes, inserindo palavras mediadoras (VYGOTSKY, 2001) internamente persuasivas, em vez de palavras autoritárias<sup>20</sup> (BAKHTIN, 2006) para facilitar “a produção do conhecimento

<sup>20</sup> Na Conclusão tecemos reflexão relacionando as enunciações da professora-pesquisadora, com perfis das interações comunicativas adotados pelo docente, conforme Uribe e Martinez (2016).

do objeto [que] implica o exercício da curiosidade, sua capacidade crítica de “tomar distância” do objeto, de delimitá-lo, observá-lo, cindi-lo, de cercar o objeto, ou fazer sua aproximação metódica, sua capacidade de comparar, de perguntar” (FREIRE, 1996, p. 95, aspas no original).

Nesta pesquisa-ação esse movimento docente de orientar-se em direção aos discursos discentes é que inicia o processo de readequar o curso da aula, inserindo mediações que possam auxiliar a responder às demandas criadas na ação dialógica. Nesse caso em tela, não era um objetivo previamente traçado para a aula Fermentação, a discussão da relação entre conhecimento escolar, conhecimento científico e natureza da Ciência, mas o curso das interações ensejou o tratamento do tema. Assim há dois movimentos fundamentais: corrige-se o curso da aula, de acordo com o teor das interações e adequa-se e corrige-se o planejamento futuro dos conteúdos, para dar conta das demandas constituídas na ação dialógica, alterando assim as sequências pré-estabelecidas de conteúdos, e também a forma de tratamento desses conteúdos. Segue-se enunciado sequencial ao anterior, que busca compreender a relação entre Ciência, cotidiano e conhecimento escolar:

*P: Por exemplo: vou te perguntar uma coisa: Hum... Uma doença, pode ser uma coisa natural que acontece com o corpo certo?*

*AAF: É, certo.*

*P: E o que acontece se alguém doente é deixado de lado, deixado quieto com a doença?*

*AAF: Morre né sora... Dependendo...*

*P: Pois é, então... Nesse exemplo a doença é um fator natural, mas a Ciência médica, a medicina entra e fornece a cura, ou tenta né. A cura pode ser um antibiótico, um remédio, um soro, uma terapia... Que são produtos da Ciência, da pesquisa científica.*

*A12F: Então... A Ciência sempre se mete em tudo?*

O questionamento da estudante AF12 sobre se “a Ciência se mete em tudo”, lembra-nos as reflexões de Feyerabend (1975), para quem na modernidade, a Ciência tem seu valor igualado ao valor que tinha a religião em épocas pregressas, ou seja, a Ciência tem *status* de único conhecimento com validade absoluta e inquestionável. Daí a importância de tratar, na escola, da natureza da Ciência, para que os estudantes possam elaborar conceitos de forma reflexiva, construindo noções não dogmáticas sobre a Ciência. Para Hodson (1992), na contemporaneidade o ensino de Ciências pauta-se por três objetivos: aprender Ciências, compreendendo o conhecimento científico conceitual; aprender sobre Ciências, isto é, compreender aspectos de história, filosofia e metodologia de Ciências; e aprender a fazer Ciência, isto é, tornar-se capaz de participar de atividades que objetivem a aquisição de conhecimento científico. É importante

destacar aqui a importância, apontada por Maldaner e Zanon (2015), baseando-se em Bachelard, da aprendizagem sobre a Ciência, como a construção de novos sentidos sobre algo pré-existente.

É o que pensamos ter ocorrido na aula Gráficos 1, na qual surge, no diálogo entre duas estudantes, uma nuance da relação entre conhecimento científico e conhecimento cotidiano, como fronteira ou delimitação entre os objetos do conhecimento científico (nesse caso partes de vegetais) e objetos cotidianos (grãos comestíveis), que foram utilizados em uma atividade escolar de Educação Ambiental, da qual elas participaram:

*A2Gr1: Sora sora a gente tinha aqui no laboratório... arroz, feijão, e farinha...*

*A3Gr1: E tinha sal e outras coisas (...) de comer que tinha na trilha, aquela trilha dos sentidos... A gente podia pegar porque o arroz e o feijão... Também são partes...*

*A5Gr1: Ai não né! Isso é comida!*

*P: Ué, mas de onde vêm esses grãos, arroz, feijão? (...) Pois então: o arroz é um fruto! E o feijão é uma semente... O arroz é o fruto da plantinha de arroz que é uma gramínea, e o feijão é do grupo das leguminosas. Ele dá dentro de uma vagem que se abre e deixa cair o grãozinho.*

O conteúdo desta e de outras interações discursivas orientou a formulação do tema sobre a natureza da Ciência como *Tema de enunciação Conhecimento escolar e conhecimento científico*. Essa discussão frutifica, na dialogia da aula, com uma relação mais direta que envolve os dois tipos de conhecimento:

*AAGr1: Mas essa ciência nossa aqui que a gente aprende no colégio... Isso é...*

*A17Gr1: Sempre eu aprendi só escrevendo e só coisas dos livros de colégio... Não é a Ciência assim mesmo de verdade dos cientistas...*

*P: Ah entendi... Não é a mesma coisa mesmo, mas tem relação sim, na verdade nós estudamos fragmentos, pedaços das ciências, pra poder desenvolver uma noção básica de como é a Ciência, de como ela funciona.*

Chevallard (2013) pontua a diferença entre conhecimento científico e conhecimento escolar da Ciência, através do conceito de transposição didática, nascido da didática do ensino de Matemática. Esta necessidade de construir conhecimento pedagógico que considere a diferença entre o conhecimento científico e as suas formas pedagógicas vem sendo referendada por pesquisadores contemporâneos em ensino de ciências, como Maldaner e Zanon (2015). Já Forato (2009) e Pietrocola (2005) apontam a necessidade da construção do saber científico escolar, não se tratando apenas de uma transposição ou mera redução, sendo necessária uma “mudança de nicho epistemológico [ ] que implica um percurso que começa na fonte do saber [o conhecimento científico original] e termina na sala de aula (FORATO, 2009, p. 30). Entretanto Paula e Borges

(2007) defendem que a ciência escolar também pode ser considerada como construção de conhecimento novo ou inédito para aqueles sujeitos envolvidos, em problemas abertos e autênticos, postura com a qual concordamos. Esse processo pode dar-se mediante a

Constituição de um ambiente de aprendizagem, no interior do qual a educação em ciências é estruturada com base em atividades de investigação. Nesse ambiente o aprender a “fazer ciências” não fica limitado ao controle de variáveis ou à adoção de “cuidados metodológicos”, tais como o rigor no tratamento de dados ou o uso de estratégias para a atenuação de erros de medida, embora estes sejam aspectos importantes a serem ensinados (PAULA; BORGES, 2007, p. 189).

De nossa parte, pensamos que os diálogos que apresentamos são reveladores, na medida em que os estudantes demonstram que refletem sobre um aspecto do conteúdo o qual nunca foi lhes ensinado formalmente até o momento, e nem integra, em geral, os currículos escolares do Ensino Fundamental, como a natureza da Ciência e a sua relação com o conhecimento escolar. Entretanto quando eles têm oportunidade de vivenciar /refletir/falar sobre fatos da Ciência, tratados de modo não dogmático, como processos do desenvolvimento da cultura humana; esse movimento dialógico resulta em elaborações conceituais. Demonstramos assim que essa reflexão se constitui no diálogo, oriundo do quefazer (FREIRE, 1996), instituído na aula, em movimento de teorização, *in loco*, ou seja, no espaço-tempo da aula, processo proporcionado pela escuta à voz discente, como também se pode constatar no enunciado abaixo, constituído na aula Aves – adaptações para o voo:

*A14Av: É que a gente não sabe se tá bom... Se isso aqui é... Se tu acha importante.*

*P: O que importa é o que o grupo acha importante. (...) Vamos ver...*

*A14Av: (,,) A gente achou legal isso aqui das flechas que tem aqui ó... Elas são só pra cima. Por que elas não são pra baixo sora?*

*P: Guriiias! Vocês acharam um achado muito importante também! Queridas da sora! Olhem só: a sora já explicou pra vocês que tem vários jeitos... Várias maneiras de olhar pra um fato científico, lembram? E na verdade é assim que a gente aprende e, de certa forma, é assim que a Ciência vai indo, vai progredindo também... (...) É com o olhar... De pessoas diferentes, que estudam a mesma coisa, de pontos de vista diferentes, que vão fazendo a Ciência, vão produzindo conhecimento científico. Os cientistas, vários abordam... Estudam, muitas vezes a mesma coisa, por... Caminhos diferentes. Eles se guiam por caminhos diferentes. E aqui a gente tem um exemplo disso, vocês fizeram isso! Isso que vocês apontam é muito importante também e vai ajudar a gente a aprender um conceito científico novo que vocês ainda não sabem (...) É o conceito de empuxo!*

Façamos um exercício de imaginar o quanto os estudantes poderiam avançar nas suas construções conceituais, se lhes fossem abertas possibilidades de refletir sobre a gênese do saber científico e do conhecimento científico escolar, tornando-se

potencialmente conscientes do seu próprio processo de conhecer sobre Ciência, num movimento de metacognição (FIGUEIRA, 2003; PEREIRA, 2014). Esta é reconhecida por Vygotsky (2001): “quando [a ação] se torna objeto da minha consciência, terei acedido à plena consciência. Utilizamos a palavra consciência para designar a percepção da atividade do cérebro – a consciência de ter consciência.” (p. 78).

Entretanto no momento em que refletimos sobre essa questão, já fazemos uma autocrítica, no sentido de que poderíamos ter dedicado mais tempo à discussão sobre a natureza do conhecimento científico nesta aula. Porém, focando a construção conceitual que estava em curso, retornamos à discussão que se desenhava na dialogia da aula sobre os fenômenos relativos ao voo das aves. Mas regozijamo-nos pelo fato de os estudantes estarem aprendendo possibilidades mais potentes de pensamento sobre a natureza do conhecimento científico, o que é discutido brevemente no enunciado anterior, no qual se esclarece para os estudantes, neste momento, que eles estão exercitando na sala de aula uma estratégia, que relaciona palavra e pensamento, similar à que é utilizada pelos cientistas nas suas formulações de hipóteses e teorias.

Desta forma os estudantes, ao interagirem, formulam e expressam conceitos e aproximações conceituais, o que está em relação simbiótica com o desenvolvimento do seu pensamento, conforme Vygotsky (2001). Por isso defendemos que a aprendizagem dá-se nas relações dialógicas das quais o estudante participa, apropriando-se da linguagem e expressando através dela elaborações conceituais, mediadas no processo, pela professora e pelos colegas, ao inserirem signos e instrumentos, oportunizando movimentos de aprender coletivamente. Ademais destaca-se que as construções conceituais sobre empuxo e condições de flutuação seguiram-se nessa aula e são analisadas ulteriormente, neste relatório de tese, no eixo temático Fenômenos Químicos e Físicos, sob o tema das enunciações Flutuabilidade.

Além dos temas tratados neste eixo, outros temas com caráter integrador se constituíram nas aulas, porém, dado pertencerem a conteúdos específicos, optamos por localizá-los em outros eixos temáticos. Em razão da natureza relacional das enunciações: “o enunciado é um elo na cadeia da comunicação discursiva e não pode ser separado dos elos precedentes que o determinam tanto de fora quanto de dentro, gerando nele atitudes responsivas diretas e ressonâncias dialógicas” (BAKHTIN, 2003, p.300), as enunciações não são estanques, podem hibridizar-se, demonstrando o caráter fluido das situações verbais desencadeadas.

O tema das enunciações que apresentamos na sequência: **Relação modelo-realidade** foi realocado neste eixo temático, após a exclusão do eixo temático Relações, que teve existência curta, durante o processo de constituição dos temas, por meio de sucessivos movimentos analíticos, pelo motivo de termos detectado que **relações**, antes de serem um tema, ou de constituírem um eixo temático; são aspectos próprios da maioria das enunciações constituídas. Assim, o eixo temático Relações em razão de os seus temas constituintes terem se diluído nos demais temas, foi suprimido.

O **Tema de enunciação Relação modelo-realidade** aparece de diversas formas nas aulas analisadas, às vezes, revelando construções conceituais adequadas; outras vezes, ao contrário mostrando compreensões que devem ser melhoradas e adequadas aos fatos científicos. No enunciado abaixo a relação entre modelo e realidade constitui-se, como resultado dos diálogos mediados pelos estudantes entre si e com a professora-pesquisadora, desencadeando outros enunciados trazidos em sequência, na atividade prática da Aula Vulcão:

*A3V: Sora, vem cá.*

*P: (...) Já tô indo, o que é?*

*A3V: É que assim... A gente colocando as coisas do vulcão assim, aqui por cima... Não é muito como o vulcão funciona né... Porque no filme disse, e a gente sabe, que é por causa das mexidas...*

Impressionada (e feliz) com esta ideia do estudante, a professora-pesquisadora chama os outros estudantes para que todos possam participar da discussão que se forma, a partir da enunciação do estudante A3, pedindo a ele que repita sua ideia, como expresso abaixo, privilegiando sua autoria (FREIRE, 1996):

*A3V: É que eu disse... E eu acho que... A sora achou que é certo... Que se a gente faz assim colocando as coisas do vulcão... O pozinho e o vinagre...*

*Assim, por cima, de verdade não é como o vulcão funciona...*

*A9V: É porque o vulcão acontece por mexida de dentro da terra.*

*A3V: É, nas placas... Placas...*

*P: Tectônicas. Tá, mas por que fizeste aquela ressalva?... Aquela ideia de que seria mais verdade se a gente colocasse os reagentes aqui,... Embaixo... Pessoal, escutem!*

*A3V: É isso... É que o vulcão... Acontece, explode, porque as placas da Terra se mexem, então... É embaixo que... Causa tudo, a explosão, a mexida.*

*P: Certo! Isso mesmo! ...É a mexida na Terra, no manto, que chega à à crosta, que é uma mexida tão intensa, que traz material líquido que extravasa, ou seja, entra em erupção.*

Borges (2002) defende uma mudança de foco da experimentação em sala de aula do Ensino Fundamental, mencionando especialmente o trabalho com modelos, como:

forma de propiciar ao estudante a oportunidade – e ele precisa estar consciente disso – de trabalhar com coisas e objetos como se fossem outras coisas e objetos, em um exercício de simbolização ou representação. Ela

permite conectar símbolos com coisas e situações imaginadas, o que raramente é buscado no laboratório, expandindo os horizontes de sua compreensão (BORGES, 2002, p. 295).

Cumpramos esclarecer que os enunciados apresentados, tanto mostram construções conceituais desejadas, como aquelas que são incorretas e necessitam ser aperfeiçoadas. É o caso do enunciado abaixo, da aula Fermentação que indica confusão entre o modelo bidimensional para fins de ensino sobre as relações de alimentação na Natureza (a cadeia alimentar); e os fenômenos que ocorrem de fato:

*P: Lembram que vimos também os decompositores na cadeia alimentar, o papel deles na cadeia?...*

*A2F: Ah eu lembro sora! É depois da cadeia toda... Os... Esses aí, fungos, invisíveis, vão lá e comem... Transformam em... Coisas que a Natureza vai usar de novo.*

*A3F: Por isso que é um ciclo, círculo... Ai não sei... **Tem as flechas, que levam... Os alimentos de novo pras algas e pras plantas.***

*P: Isso! Levam nutrientes! (...) Mas cuidado que as flechas só servem pra indicar, pra gente saber, na representação... No desenho, qual é o sentido da alimentação, da transferência de energia.*

Parece não estar bem delimitada para o estudante a diferença entre modelo e realidade, uma vez que ele atribui a um elemento do modelo (as flechas), a capacidade de levar os alimentos (nutrientes) novamente para as plantas. Ele formulou corretamente a ideia de ciclo, porém necessita de certa ordenação, ou sistematização, para que os conceitos sejam apropriados de forma correta. Entretanto a análise bakhtiniana não tem objetivo de avaliar o grau de apropriação conceitual de cada estudante, uma vez que essas apropriações dão indícios de compreensões que se espalham no tempo, podendo iniciar antes do excerto colhido para formar o enunciado, e completar-se após, mediante encadeamento de conceitos, em processo dialético, ainda mais que muitos desses conhecimentos constituem-se novidade para os estudantes, tanto em termos metodológicos, como nos aspectos conceituais.

Exemplo de conhecimento novo para os estudantes é a relação modelo-realidade que se vê no enunciado abaixo:

*A11V: Mas, como sora? Se faz uma coisa... Um modelo... Pra estudar a coisa, e o modelo... Tipo pode não ser bom... Certo pra estudar essa coisa...?*

*P: Bem assim mesmo! Os modelos têm limitações, todas as criações humanas têm limitações... E os cientistas sabem disso... Então... No estudo já preveem que as conclusões, sobre o fenômeno... Já levam em conta essas limitações do modelo... Vejam o que nós fizemos aqui hoje: Não aprendemos um monte de coisas, estudando um modelo limitado...? Que não é igual à realidade?*

*P: Se não tem mais dúvida disso... Adivinhem...*

*AAV: Ahhh não sora! Texto não, texto não!...*

Continuando as interações dialógicas e dialéticas (no sentido vigotskiano, de que as construções conceituais evoluem e retrocedem), a professora diz: ‘Texto sim! Eu

tinha esclarecido direitinho que não era só brincar de vulcão'. Isto porque se considera que é necessário o uso de vários meios, para que os movimentos de aprender levem os estudantes às construções conceituais desejadas. Abaixo apresentamos o enunciado que traz mediações discentes, que redundam no enunciado seguinte a este, que também envolve a relação modelo-realidade:

*A2V: Sora por que eles tão pintando tudo de laranja?*

*A8V: Ai guria isso é lava... Lava que escorreu e aqui ela endureceu... Fez pedra. O Willian disse que viu no NatGeo que vira pedra.*

*A9V: É sora... Vira, endurece, fica... Forma mineral...*

*P: Isso! Muito bom, meninos! Esse é um jeito que o planeta forma rocha magmática, com minerais. Não estudaram em Geografia os tipos de rocha?... Tem sedimentar, magmática, que se forma assim, pelos vulcões... A lava extravasada dos vulcões e endurece.*

Neste enunciado, como seria de se esperar, os estudantes misturam modelo e realidade, tratando-os um como consequência do outro, até porque as reflexões sobre modelo e realidade, mostradas no enunciado anterior, ainda não tinham ocorrido na aula. Muito embora, nem todos os estudantes tenham acompanhado todos os diálogos, imersos que estavam na montagem do modelo e na realização do experimento de fazer reagir o vinagre, com o bicarbonato de sódio. Abaixo enunciado que continua o da página anterior, na dialogia da aula:

*P: Texto sim, pra vocês aprenderem muito bem o que estamos estudando. (27s muito barulho)*

*AAV: Sora então tu deixa a gente fazer junto?*

*P: Deixo. E não precisa nem ir pros lugares... Ponham-se a fazer o texto do que compreenderam agora mesmo, aí onde estão, pertinho dos seus vulcões... Aliás... Deixem a mente fluir... Estamos pensando em modelo, modelo e realidade... Será que os cientistas... Os sismólogos quando estão na cratera de um vulcão ativo... Será que eles ficam assim, bem descansados, registrando... Escrevendo as anotações deles sobre o que tão estudando?*

*A3V: É tudo no computador sora. Diz de novo essa palavra sora... O nome... do tipo de cientista que estuda vulcão, que eu vou ser isso...*

*P: Sismólogo. Quem estuda os movimentos do interior da Terra.*

*A14V: Não é em caderno, é tudo em notebook, ou tablet, que eles anotam, que é assim bem pequeno.*

Na concepção freireana, estamos cumprindo o objetivo de fomentar o ser mais dos educandos, ao proporcionar-lhes oportunidades de exercitar a imaginação, em movimento dialético com a sistematização, tendo em vista o horizonte utópico que cada indivíduo torna-se capaz de vislumbrar para si mesmo. Ampliando o olhar sobre o uso de modelos, defendemos a sua importância pelas possibilidades de ensejar reflexão sobre o funcionamento da Ciência, tendo em vista a necessidade de socializá-la, ou torná-la menos hermética e mais acessível à população em geral, por meio da educação científica (CHASSOT, 2003). Diz-nos o autor sobre o tratamento dos modelos

científicos na educação científica básica: “poucas vezes falamos em modelos prováveis, mesmo que a maioria de nossas discussões nas ciências se desenvolva através de modelos” (CHASSOT, 2003, p. 98). Entretanto pensamos que modelos prováveis estão em um estágio mais desenvolvido dos conhecimentos dos docentes em geral e, por consequência dos discentes sobre modelos e modelagem no ensino de Ciências.

Assim nesta pesquisa-ação desenvolvemos o estágio mais elementar do tratamento pedagógico de modelos, relacionando modelos já adotados pelas comunidades científica e escolar, com os fenômenos científicos correspondentes. Pensamos que as discussões aqui apresentadas, demonstram a necessidade do tratamento na escola da interface modelo-realidade, como um aspecto importante na construção dos conceitos científicos e da visão geral sobre a Ciência, como parte do processo de enculturação científica, devendo por isso estar nos programas de ensino de Ciências, desde o ensino fundamental.

Observando o programa de ensino da Secretaria Municipal de Educação (Anexo 1) detecta-se três menções a modelos, na disciplina de Ciências, somente no 9º ano, enquanto que na disciplina de Educação Artística existe uma única menção no programa de ensino do 6º ano. Já na Base Nacional Comum Curricular encontramos seis menções a modelos, no elenco de habilidades a serem desenvolvidas na disciplina de Ciências, distribuídas em todos os anos do ensino fundamental.

A seguir apresentamos fotografias de interações dialógicas das aulas, assim como faremos ao final de cada eixo temático.

Figura 3: Fotografias de aula do 7º ano.





Fonte: autoria própria

Deste ponto em diante a análise dedica-se a temas das enunciações reunidos em eixos temáticos que trazem construções do-discentes sobre conteúdos científicos específicos das Ciências Naturais, nos quais são abordados conhecimentos de Química, Física, Biologia e Matemática.

## 4.2. EIXO TEMÁTICO FENÔMENOS QUÍMICOS E FÍSICOS

Este eixo temático constitui-se inicialmente como protoeixo temático Fenômenos Químicos que congregou os prototemas das enunciações Reagentes e reações químicas; Produção de gases; Símbolos químicos; Propriedades dos ácidos e bases, conforme tabela 6. Por meio dos movimentos analíticos (demarcações discursivas), incorporaram-se ao eixo, os prototemas: Leveza do ar e Materialidade do ar, inicialmente alocados no protoeixo Ar, além do Tema das enunciações Estados de agregação, inicialmente alocado no protoeixo Relações. Assim, esses movimentos incorporam conceitos físicos ao eixo, que então passou a denominar-se Eixo temático Fenômenos Químicos e Físicos. A última demarcação produz a versão final deste Eixo temático, compondo-se dos temas de enunciação: Produção de gases, reagentes e reações químicas; Propriedades dos ácidos e bases; Simbologia química e nomenclatura científica; Estados de agregação; Materialidade do ar; e Flutuabilidade.

Figura 4: 1º e 2º movimentos analíticos da constituição do Eixo temático Fenômenos Químicos e Físicos



Fonte: autoria própria

Iniciamos pelo tema de enunciação **Produção de gases, reagentes e reações químicas**, apresentando diálogo em torno do modelo de vulcão, confeccionado na aula Modelo de vulcão:

*P: ...O quê que mais sai pelo vulcão? Só lava?... O que saiu dos nossos vulcões? Dos nossos modelos?*

*AAV: Borbulha. Espuminha...*

*P: Hum espuminha... Espuma são bolhas, certo?*

*A2V: É bolhas de... De que sora?*

*P: De gás. E que gás é esse? Que foi produzido na reação química que fizemos? É só olhar a reação, aqui no quadro...*

*A2V: É CO<sub>2</sub>, é o carbônico sora.*

*P: Isso! E além dele, mais alguns gases que podem sair dos vulcões, como o gás sulfídrico. Esses gases tão no ar, e o gás carbônico saiu do nosso modelo de vulcão, porque ele é o resultado, o produto da reação química que nós fizemos, misturando o vinagre e o bicarbonato.*

A seguir um dos estudantes, utilizando um dos livros didáticos que ficam à disposição no laboratório, argumenta com os colegas sobre o fato de saírem outros gases dos vulcões, num movimento de pensar a relação entre modelo e realidade, embora, muito provavelmente sem a consciência disso.

*A15V (dirigindo-se ao colega): Mas ela também ensinou e tem aqui (no livro) que não sai só esse gás no vulcão. A sora disse que esse aí não tem cheiro, mas saem outros fedorentos.*

*P: Muito bem! Desculpa, mas a sora ouviu o assunto de vocês sobre gases e gostei muito!... Quais são os gases fedorentos que saem no vulcão?*

*AAV: SO<sub>2</sub> e...*

*P: Isso! Sai esse também, dióxido de enxofre, além do gás sulfídrico e mais outros... Eles também saem das valetas, produzidos por bactérias. Lembram das bactérias, que umas não usam oxigênio? Essas aí é que produzem SO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S.*

*A2V: Mas nas valetas tem gás?? (Surpresa) É muito fedorento sora!*

*A17V: Tem bactérias e outros bichinhos que fazem mal que a gente viu no microscópio quando a bolsista trouxe água suja e a sora botou no microscópio.*

*P: Então, o cheiro que tu sentes da valeta é justamente gás fedorento!... Então, entenderam que gás sulfídrico sai das valetas?... É o cheirão, fedorção da valeta e também pode sair do vulcão. Não saiu do nosso modelo, porque como vocês mesmo chegaram a conclusão, uma coisa é o modelo, outra é o próprio vulcão. No nosso modelo de vulcão só saiu o... Qual gás?*

*A2V: Gás carbônico sora.*

No enunciado acima se percebe a desconexão inicial, para o estudante, de um fenômeno que ele vivencia (o mau-cheiro da valeta) com os aspectos conceituais em análise. Nesse caso parece que os conhecimentos não conversam entre si, pois o estudante sabe que existem gases e vapores, porém não associa esses conceitos aos gases que emanam da valeta que ele considera malcheirosa. Nesta pesquisa, esse é um resultado recorrente: os estudantes têm muita dificuldade, a princípio, de reconhecer nos assuntos estudados, ocorrências cotidianas, como se os construtos da Ciência se referissem sempre a objetos estranhos ao cotidiano e exclusivos. Entretanto, por duas vezes nesta análise ocorre o contrário: os estudantes autorizam-se a se utilizarem de conhecimentos oriundos da vida cotidiana nas interações, uma vez em uma aula do 9º ano, para o conceito de campo (mostrado posteriormente); e outra na análise das aulas do 7º ano, como se verá no tema seguinte.

Em se tratando da distância teórica entre conhecimentos cotidianos e científicos, ela é bastante trabalhada nas interações pedagógicas nesta pesquisa-ação. Em níveis diferentes Ritter (2017) e Young (2016) tratam da questão de como aproximar a educação escolar do mundo da vida, para que as aprendizagens se deem contextualizadamente:

Sugerimos pensar “qual o significado do assunto que pretendo abordar com meus alunos?” Quando o que se almeja é a articulação entre os mundos da escola e da vida, a partir de abordagens temáticas, é preciso levar em conta que o importante é a evolução conceitual e o pensamento categorial a ser desenvolvido, muito embora este seja um processo lento de aprendizagem a ser perseguido (RITTER, 2017, p. 115, aspas no original).

Young (2016), postulando o conceito de ‘conhecimento poderoso’ alerta para que a contextualização não significa simplesmente partir do conhecimento do mundo, senão que se relaciona a como as/os professoras/es, cientes das “experiências anteriores dos alunos, cria condições para que eles tenham acesso aos conceitos” (YOUNG, 2016, p. 13) e faz isso por meio do planejamento das atividades para que os estudantes possam exercitar outro olhar para suas próprias experiências (MALDANER; ZANON, 2015), compreendendo os conceitos que vão sendo apropriados – tornados seus, conforme Smolka (2000), como possibilidades de transposição para contextos mais amplos. Os enunciados dos estudantes nesta pesquisa-ação demonstram esse movimento, lento, progressivo e libertador, uma vez que expande o raciocínio para além do contexto imediato da leitura de mundo. Assim, o conhecimento poderoso tem basicamente duas características: é descontextualizado e especializado, mas deve partir da leitura do mundo que os estudantes são capazes de fazer da sua realidade. “Dessa maneira, a tarefa do professor, na construção do currículo escolar, é permitir que os alunos envolvam-se com o currículo e avancem para além da sua experiência” (YOUNG, 2016, p. 34). Mas para que os conhecimentos ganhem novos níveis de significação devem retornar ao contexto por sucessivas recontextualizações (BERNSTEIN, 2000; RITTER, 2017).

Nessa perspectiva teórica acerca de como se aprende destacamos a caminhada dos estudantes no sentido da construção da sua autonomia, exercitada pelo comentário do estudante A15 ao colega, autorizando-se a expor seu ponto de vista, que concatena as explicações da professora, com o conteúdo do livro que está a sua disposição na sala de aula. Desta forma registramos ocorrências de dois movimentos contrários: em algumas manifestações, a não associação entre fatos cotidianos às explicações científicas sobre esses fatos; e, por outro lado, a busca de superação de visões parciais sobre os

fenômenos, adentrando, valendo-nos da dialogia, o terreno da interligação e da contextualização entre os conhecimentos.

Do ponto de vista do ensino, um aspecto importante no processo pedagógico o qual desencadeamos que privilegia movimentos múltiplos de ensinar e aprender foi o acesso livre dos estudantes aos materiais didáticos (previamente selecionados e dispostos) que podem servir como fontes alternativas de consulta, na hora da aula, funcionando como signos nos movimentos cognitivos. Este acesso está relacionado com a ideia de relativizar o controle por parte da docente, das dinâmicas da aula, abrindo possibilidades de iniciativas discentes de movimentos de aprender, enriquecendo-a.

Em se tratando de reagentes e reações químicas, apresentamos um enunciado quase totalmente constituído pela fala da professora, uma vez que na primeira aula analisada, os estudantes, como já explicado no eixo temático anterior, não estavam interessados em aprender conceitos químicos. Estavam apenas focados em, nas suas palavras, ‘fazer vulcão’. Entretanto, a professora-pesquisadora introduz a linguagem química como meio de acesso ao início e desencadeamento das construções conceituais desejadas.

*P: Então, todos os grupos já têm os reagentes né?...*

*A4V: Reagentes sora... quê isso?*

*P: Reagentes porque eles vão reagir um com o outro... São o vinagre que a sora dividiu entre vocês e o bicarbonato que o grupo da Ketlen trouxe... (...) São reagentes porque eles vão entrar em contato e vão interagir,... Agir um com o outro, re-a-gir. E vão formar outra coisa, outra substância que é o que vai fazer o nosso vulcão funcionar. De cara, a gente vai botar aqui no quadro os reagentes que estamos trabalhando: o vinagre e o bicarbonato de sódio.*

*P: A gente pode escrever isso assim... Com palavras conhecidas... Ou... Assim...*

*(43s) P: Como... Com as fórmulas químicas, e em forma de equação. Tudo que é químico... Com substâncias químicas, se pode escrever... Assim:*

*Bicarbonato de sódio + vinagre  $\longrightarrow$  CO<sub>2</sub>(g) + H<sub>2</sub>O + resíduo*

*NaHCO<sub>3</sub> + CH<sub>3</sub>COOH  $\longrightarrow$  CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + NaCH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>*

*P: Tudo o que é químico... a gente pode escrever assim, dessa forma aqui, que a sora botou no quadro. E um dos produtos dessa reação química, é o que nós precisamos pra os nossos vulcões funcionarem. Depois vamos ver qual das coisas que a reação produziu é que é o que a gente quer. E essa é uma reação química... Na real é o modelo de reação química. Entre tantas outras que existem... Com objetivo de produzir... Outras coisas, outros materiais necessários.*

Pensamos que esse movimento feito pela professora, de introduzir a linguagem química por meio do modelo de reação química foi essencial para que os estudantes fossem se apropriando dessa linguagem, de maneira gradativa, tendo chegado a utilizarem-se dela nos demais momentos das aulas. Assim essa inserção da linguagem

química feita inicialmente pela professora, voltou a aparecer no diálogo, por meio dos signos: substância, reação química, reagentes, produtos, dentre outros, como segue:

*A2V: Sora... Por que tu escreveu em cima resíduo, e embaixo esse monte de letras? Porque os outros... Depois da flecha, tu escreveu igual... Só com essas letras...*

*P: Então, como eu disse antes... A gente pode escrever o nome da substância com palavras... Ou pelos símbolos químicos delas. E aqui escrevi o que essa substância é na reação, é o resíduo, e aqui embaixo, a fórmula dele. Acetato de sódio. Vejam os nomes: ácido acético acabou produzindo acetato de sódio, porque re-a-giu, houve reação química, de dois reagentes e se formaram dois produtos diferentes.*

*A2V: Pera aí sora... Então... Por isso que se diz produto químico... Porque é feito com Química...*

*P: Pela Química! E mais isso aqui ó: reagentes desse lado e produtos aqui, do outro lado. Isso é muito importante! Os reagentes, esses aqui produziram os produtos, esses desse lado. Se transformaram, por uma reação química. Reação química, isso tem que estar sublinhado em todos os cadernos. Vou olhar hein!*

A seguir tratamos do **Tema das enunciações Propriedades dos ácidos e bases**, também constituído na aula Vulcão, cujos movimentos de compreender parecem ter sido facilitados, inicialmente, por meios externos à experiência escolar, trazidos ao diálogo pelos estudantes, que mencionaram usos das substâncias químicas veiculados em filmes e no cotidiano da limpeza pesada, como expresso abaixo:

*A8V: Mas ácidos não derretem tudo? Tem nos filmes que derretem corpos com ácido.*

*A2V: Não porque minha tia usa ácido mur (...) mítico (...) não sei... Pra limpar o chão do serviço dela. E não derrete nada, só tira a sujeira.*

*A15V: E soda... Tem soda né sora?... que a gente limpa banheiro, e desentope vaso.*

*P: Sim, mas calma aí... Na verdade soda e ácido são contrários... Eles são fortes. Mas são opostos. Depois, no nono e no ensino médio vocês vão aprender bem sobre eles... De eles serem opostos tá? Mas os dois, ácido e soda são sim **substâncias químicas**. (...) Eles tem o  $H^+$  e a soda é o grupo quimicamente oposto aos ácidos. Mas muriático é nome comercial. O nome dele mesmo é clorídrico.*

*AAV: Tem cloro né sora?*

*P: Isso! E a soda, o grupo da soda tem esse composto aqui: o  $OH^-$ . Mas... ácido muriático, se ele limpa a sujeira, se ajuda a tirar a sujeira, a gente pode considerar que derrete a sujeira sim. **E isso também é uma reação química.***

Este diálogo mostra a menção a conhecimentos cotidianos que, como já dito, aparecem esporadicamente nas interações, sendo mais comum a situação contrária, ou seja, o estranhamento dos estudantes em relação a fatos da vida cotidiana estarem sendo relacionados aos conhecimentos científicos e tratados cientificamente pelo uso dos signos (ácido, base, reação e substância química). Porém na aula Vulcão, pensamos que os estudantes muito motivados com a atividade de confeccionar o modelo de vulcão e com os movimentos de ensinar e aprender realizados, foram autorizando-se cada vez

mais a expressarem seu pensamento, que passa a existir também mediado pelos novos signos, introduzidos antes pela professora, e que nesse momento passam a ser signos enunciados pelos estudantes, os quais assumem, de acordo com a teorização bakhtiniana, as palavras já ditas, como próprias.

Os estudantes associam inicialmente a noção de ‘soda’, com a de ‘ácido’, como substâncias ‘fortes’, com potencial de limpezas pesadas e transformações como derreter e desentupir. Observando a transcrição, não podemos precisar o quanto a aula foi capaz de criar novos níveis de consciência sobre a Ciência e sobre os fenômenos do mundo, embora a professora-pesquisadora, preocupada em estabelecer as compreensões corretas, use esquemas feitos na lousa, como instrumentos mediadores, pontuando a diferença química fundamental entre ácidos e bases.

Aqui, precisamos ressaltar que não foi possível o tratamento formal estritamente correto dos conceitos de ácido e base, segundo Arrhenius<sup>21</sup>, pois os estudantes não haviam ainda sido apresentados a esses conceitos em níveis de maior generalidade. No entanto tem-se a consciência de que em movimento docente de ação-reflexão-ação inseriu-se, minimamente, diferenças conceituais fundamentais para diferenciar ácidos e bases. Mas são possíveis outros encaminhamentos pedagógicos para essa questão, talvez já mencionando a solução aquosa e os rudimentos da dissociação iônica, para poder enunciar uma explicação em um nível de maior generalidade do ponto de vista conceitual (RITTER, 2017).

Passamos ao **Tema de enunciação Simbologia química e nomenclatura científica**, constituído também na aula Vulcão, que se relaciona ao tema anterior e mais estreitamente com a linguagem da Ciência, oportunidade em que a professora aproveita para pontuar as características dos ácidos, a partir do questionamento da estudante sobre se os gases são também representados por símbolos:

*A6V: E tudo que é (...) gás,... Gases têm essas letras e esses números?*

*P: Sim, todos têm símbolos porque eles são feitos de elementos químicos: H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>...*

*A8V: Os dois tem S e zero. É zero ou é O?*

*P: Na verdade o mais importante é que eles têm H. O H, hidrogênio, é que faz com que eles sejam ácidos. Tanto o ácido que é o vinagre, como o do gás sulfídrico. Mas reparem que é hidrogênio associado com outros elementos. Não é em forma gasosa. Não é o explosivo. E esses aqui são O, não são zero, tá. O de oxigênio.*

---

<sup>21</sup> O sueco Svante Arrhenius desenvolveu, em 1884, os conceitos de ácido e base, de acordo com a dissociação iônica do composto, em meio aquoso. Em consequência, usa-se no Ensino de Química as expressões ácido de Arrhenius e base de Arrhenius.

O enunciado propicia, também, o exercício analítico do estudante em tentar compreender o que são as letras que compõem os símbolos químicos.

Retomamos Chalmers (1993), para quem a linguagem é essencial nas formulações científicas. O autor, discutindo posições indutivistas e defendendo a dedução como linha de pensamento mais adequada às ciências, privilegia a linguagem, por meio da qual as teorias são desenvolvidas e tornam-se estruturadas, argumentando que as observações em ciência dependem de uma teoria orientadora dos sentidos e que essa teoria é tanto mais precisa, quanto o for a linguagem em que ela se expressa.

Os conceitos somente podem ser definidos em termos de outros sentidos. Os conceitos somente podem ser definidos em termos de outros conceitos, os sentidos dos quais são dados. Se os sentidos desses últimos conceitos forem eles mesmos estabelecidos por definições, fica claro que o resultado é um regresso infinito, a menos que os sentidos de alguns termos sejam conhecidos por algum outro meio (CHALMERS, 1993, p. 111).

Para Schnetzler e Santos (1996), a linguagem química tem, entre outros objetivos, o de instrumentalizar o estudante para o exercício da cidadania, compreendendo a educação química, como educação integradora e contextualizada, que deve pautar-se por uma compreensão qualitativa dos fenômenos, na qual os conteúdos sejam abordados de modo a ter significação social para o estudante. (SCHNETZLER; SANTOS 1996). A autora considera a linguagem química como a

relação dos níveis fenomenológico, teórico-conceitual e representacional [ ] (devendo ser valorizada no) tratamento de conceitos químicos fundamentais, retomando e ampliando suas significações em contextos diferenciados, considerando a linguagem química como constitutiva do pensamento químico (SCHNETZLER, 2002, p. 19, colchetes e parênteses inseridos).

O enunciado abaixo é um exemplo da relação entre esses diferentes níveis de compreensão mencionados pela autora, uma vez que o estudante questiona se mantém a representação da reação química, independentemente do local de admissão dos reagentes no modelo de vulcão. Essa pergunta é pertinente, pois foi longamente discutida nesta aula, conceitualmente, sobre a representatividade do modelo de vulcão, em relação ao funcionamento real dos vulcões na Natureza, no tocante ao local de admissão dos reagentes causadores da reação química que produz gás no modelo e nos vulcões reais:

*A11V: Mas colocando por baixo se desse, ou aqui por cima<sup>22</sup>, segue valendo aquela... Coisa... Com letras que tu botou no quadro sora?... De sódio mais vinagre?...*

*P: Sim! Boa pergunta! Isso é certo: seja como for, onde colocarmos os reagentes, por cima ou por baixo... Vale a reação química que acontece. E se*

---

<sup>22</sup> O estudante refere-se ao modelo de vulcão (parte de baixo, ou base e boca).

*vale a reação, vale a equação. Bem entendido isso? Pessoaaal! A sora vai colocar aqui no quadro as nossas reflexões sobre os sólidos e líquidos...*

A última manifestação do tema das enunciações sobre simbologia química foi trazida pela fala de uma estudante observadora, que questiona sobre o g entre parênteses na fórmula química da reação química escrita pela professora:

*A3V: Sora por que tu botou aquele gezinho na... Na reação, equação... Ah naquilo ali no quadro?*

*P: Que gezinho?*

*AAV: Ali sora... Naquilo.*

*P: Ah sim, na equação, equação que representa a reação química. Que legal vocês terem notado o gezinho. Ele é importante, ele tá ali por um motivo. É pra dizer... Representar que a substância que se forma é um gás... O estado dela é gás, que evapora. Que justamente é a espuma do nosso modelo, o gás carbônico, CO<sub>2</sub>. Entenderam? E a gente pode desenhar... Representar o gás na equação assim, com g, ou desenhando uma flechinha pra cima.*

*AAV: Mas já tem sora, flechinha.*

*P: Hum... Psssss pessoal! Mas não é essa aqui, ó. É assim ó, pra cima, aqui do ladinho da fórmula do que é gás. Na real vocês vão ver depois, no 9º e no médio, que tem outras, outros jeitos de representar isso...*

Este enunciado mostra que as estudantes prestaram atenção na simbologia, e o fato de terem perguntado, leva-nos a inferir que elas compreendem que os símbolos têm correspondência com algo concreto, que não estão ali a esmo, que deve haver um significado para cada caractere escrito na equação química, o que nos leva a crer que estão iniciando a pensar através da linguagem da Química, o que segundo Maldaner (1995) é indício de estarem em processo de apropriação conceitual. Quando a palavra\conceito é enunciada, o processo de formação conceitual, em seus níveis progressivos de evolução no significado recém começou (VYGOTSKY, 2001), a exemplo do que enuncia A3 quando se refere aos conceitos de reação e equação, e quando questiona sobre o “gezinho” (sic).

Além desses enunciados, o tema nomenclatura foi tratado em outras ocasiões como recomenda o referencial da abordagem histórico-cultural, como na aula Gráficos 2, em torno das palavras *adubo* e *desmanche* (empregadas pelos estudantes) e *húmus* e *decomposição* (inseridas pela professora), em movimentos de aproximar os estudantes, à linguagem científica, facilitando a apropriação conceitual.

A força da linguagem aparece no enunciado a seguir, o qual trata do conceito de efeito estufa, que se constitui em razão de efetivamente ter-se utilizado deste efeito na confecção dos pães, na aula Fermentação, como se vê abaixo:

*P: Hiii só vai ter lugar aqui pro pão de quem lembrar, souber o que é o efeito estufa... Se não souberem...*

*AAF: Eu sei, eu sei sora, a gente sabe... É aquilo...*

*A7F: Não é aquilo!... É o efeito, e-fei-to do sol que entra na janela... E aqui vai entrar no saquinho...*

*AAF: A gente também sabe sora... (...)*

*A1F: Ah tô manjando sora! Tu vai botar o pão na forma... Bota o nosso já sora... E vai botar esse saquinho por cima. E tem um solzinho ainda, mas tá pouco.*

*P: Exatamente! Vamos fazer um efeito estufa aqui pro pão. Fechem todas as janelas, vamos deixar só o vidro. E como é mesmo o efeito estufa, que eu já ensinei pra vocês ano passado?*

*A7F: É que o sol vai entrar, o saco (plástico) deixa ele entrar, mas não deixa sair... Ai, tipo, se concentra... O calor do sol aqui dentro do saquinho... E o nosso pão já tá aqui.*

*P: É. ok, só uma correção: concentra temperatura, o sol aquece o ar dentro do saquinho que preparamos... Porque entra e não sai. Assim como as janelas, se a gente deixa elas toda a manhã como tão agora... A sala, o ar da sala fica mais quente, com mais temperatura, porque os raios do sol entram, a energia do sol entra, mas não sai, por causa do vidro. Essa energia tem o efeito de aquecer o ar. Da sala ou de dentro da nossa estufa improvisada.*

Sob o ponto de vista do uso da linguagem, a fala da estudante A7 instiga-nos a pensar, pois ela, ao corrigir o colega, soletrando a palavra efeito, uma *palavra científica*, obtém para sua fala o status de autoridade que a própria Ciência confere, tornando-se por isso mesmo uma palavra internamente persuasiva (BAKHTIN, 2006). Pereira e Ostermann (2012) explicando a teorização de Wertsch, baseada em Bakhtin e Vygotsky, sobre a ação mediada, utilizando-se de um exemplo parecido com este mostrado no enunciado acima, dizem que:

ferramentas culturais estão associadas ao poder e à autoridade [sendo que] o pressuposto geral é o de que o poder e a autoridade não são atributos do indivíduo, considerado em isolamento, mas sim da tensão irreduzível entre os agentes e as ferramentas culturais (PEREIRA; OSTERMAN, 2012, p. 31).

Desta forma podemos dizer que a estudante A7 e a ferramenta que ela usa, a palavra *efeito*, em tom de correção à linguagem inadequada do colega, que fala *aquilo*, tornam-se um conjunto poderoso, que guarda uma tensão irreduzível entre o agente (o sujeito) e a ferramenta. Outro exemplo desse tipo ocorreu na aula Gráficos 2, quando o estudante A1 profere: “*Ai não é algodão guria! A sora já disse que isso é fungo, fungi*”. Novamente, a linguagem científica foi utilizada para legitimar o discurso discente, fato que, se por um lado pode ser interpretado pelo viés do exercício do poder sobre os demais; por outro pode ser considerado como indício de apropriação conceitual.

Consideramos que a noção de efeito estufa teria sido trabalhada com mais rigor científico, principalmente focando a relação entre os conceitos de temperatura e calor, em um adiantamento posterior ao 7º ano. Entretanto, como esses conceitos têm um caráter bastante abstrato, exigindo outros conceitos que lhes sirvam de base<sup>23</sup>, que não

<sup>23</sup>A ideia de equilíbrio térmico pode ser um bom instrumento mediacional para desencadear as construções conceituais sobre calor e temperatura, uma vez que o conceito de calor é um dos mais difíceis

foram tratados nesta aula, optou-se apenas por reencaminhar a discussão visando aproximar o conceito de calor, ao seu sentido científico. Vygotsky (2001) diz-nos que: “Um conceito de grau superior implica a existência de uma série de conceitos subordinados e pressupõe também uma hierarquia de conceitos com diversos níveis de generalidade” (p. 79). Assim, pensamos que os conceitos calor e temperatura não poderiam ser desenvolvidos adequadamente, sem recorrermos a outros mais simples, que pudessem ancorar a sua construção e evolução. Inobstante, não seria adequado confeccionar e utilizar um dispositivo de efeito estufa na aula e não trabalhar os conceitos relativos ao fenômeno com os estudantes, corrigindo as ideias que foram verbalizadas incorretamente. Além da falta desses conceitos basilares, dadas as condições concretas de realização da aula, com agitação dos estudantes ao fazerem pão e aprenderem diversos conceitos relacionados aos fungos, à fermentação e a outras transformações bioquímicas, não foi possível, no momento desta aula, um tratamento conceitual mais adequado para os conceitos de calor e temperatura.

Passamos ao **Tema de enunciação Estados de agregação** também constituído na aula Vulcão. O enunciado abaixo ocorre em decorrência das reflexões sobre onde e como administrar os reagentes no cone de argila constituinte do modelo de vulcão. Uma vez estabelecido que, para que o modelo correspondesse mais fielmente à realidade física e geológica do vulcão, deveríamos colocar os reagentes sob a base do modelo, em vez de por cima, pela boca, surge a questão de *como* fazer isso, como se vê abaixo:

*A11V: Mas não dá pra injetar um pó, só o vinagre, então...*

(Olhares interrogadores)

*P: Hum... Muito bom vocês terem observado isso... Por que não se pode injetar o pó, o bicarbonato?*

*AAV: Ah não dá... É... O pó não vai... Não dá de... Ele não desliza no tubinho... Da injeção pra injetar...*

*P: Hum... Muito bom isso. Então vamos explicar isso: realmente o pó, um sólido, ele é diferente dos líquidos, dos fluidos. O quê que vocês estudaram lá no 6º, dos estados físicos? Da água? Como são os estados físicos?*

(Cochichos)

*AAV: Sólido, líquido e... Gás, gasoso.*

*P: Certo, e como são esses estados?*

*A7V: São... O sólido é duro... E o líquido é... Água.*

*P: Hum... E o sólido sendo duro...*

*AAV: Ele não se espalha.*

*P: Se espalha sim. Olha... O bicarbonato se espalha em cima da mesa... Não muito mas, um pouco... Se eu despejar ele. Então cuidado com isso, ele é um sólido, mas ele é desmanchado, não é em pedra.*

*AAV: Então... Sora...? Mas a água se espalha mais... Ia se espalhar mais...*

*P: É verdade! Ia mesmo... A palavra-chave pra entender isso é outra: fluido, fluir... Os líquidos fluem, são fluidos, porque as partículas, as moléculas*

---

de serem apropriados pelos estudantes, em vista de ser diametralmente contra intuitivo, em relação ao conceito cotidiano, no qual o calor é naturalizado como um atributo que pode ser contido pelos corpos.

*deles tão mais distantes umas das outras... E vibram mais, que no sólido. Então eles fluem, por isso podemos injetar, com uma seringa um líquido. E esse sólido aqui, mesmo que ele se espalhe, não dá pra injetar, como disse a Laysla, porque ele não flui, ele tem as moléculas mais juntinhas, mesmo que ele não seja em pedra... Se a gente tenta... Assim, vamos testar... Vem todo mundo!*

*(...) P: Ele vai se compactar, e não flui mesmo.*

*A7V: Ia entupir né sora? Tá entupindo.*

*A3V: Não dá mesmo de injetar...*

Este enunciado é um dos mais significativos, em termos de resposta à questão de pesquisa (Como as manifestações dos estudantes em sala de aula, são capazes de apontar o redirecionamento necessário do curso da aula e do programa de ensino, para que a aprendizagem possa ocorrer dialeticamente?), e de cumprimento dos objetivos de detectar formas discursivas (enunciações) que indiquem elaborações e recriações discentes e docentes; e reconhecer e demonstrar indícios de significação conceitual, por parte dos estudantes.

O enunciado inicia-se com uma curiosidade epistemológica genuína, que se constitui como resultado parcial (no curso do processo), das interações dialógicas, decorrentes de a professora-pesquisadora ter ouvido e acolhido as dúvidas e opiniões dos estudantes e da convicção da importância de valorizar os saberes que os estudantes já trazem para a sala de aula, e a expressão desses saberes. Isto porque a fala desencadeadora dos enunciados relativos a quatro dos temas de enunciação (Produção de gases, reagentes e reações químicas; Simbologia química e nomenclatura científica; Propriedades dos ácidos e bases; Estados de agregação) é a questão discente inicial: *‘É que assim... A gente colocando as coisas do vulcão assim, aqui por cima... Não é muito como o vulcão funciona né?...’*

Se esta interessante questão não tivesse sido pronunciada pelo estudante (que chama a professora para o local onde monta seu modelo), e acolhida pela mesma, a aula Vulcão teria sido uma aula mais restrita aos objetivos iniciais formulados, conforme tabela abaixo:

Tabela 8: Objetivos da aula Modelo de vulcão

<b>Objetivos</b>	
<b>inicialmente</b>	Atender ao grande interesse dos estudantes por vulcões;
<b>traçados</b>	Oportunizar a confecção de um modelo científico;
<b>para a aula</b>	Oportunizar uma aula experimental no laboratório de Ciências;
<b>Modelo de</b>	Desenvolver conceitos relativos à formação do Planeta, em decorrência dos vulcões primitivos;
<b>vulcão</b>	Explicar a reação química envolvida no funcionamento do modelo;

	Desenvolver conceitos relativos à atividade vulcânica atual;
	Discutir por que não há vulcões na nossa região;
	Compreender o vulcão, como ocorrência natural, comparando-o com outros fenômenos.

Autoria própria

Consultando os objetivos desta aula, observa-se, por um lado que alguns objetivos não foram alcançados; enquanto que por outro lado, os temas das enunciações destacados não estavam previstos nos objetivos a serem desenvolvidos na aula. Por esta razão, associada a outros fatos destacados ao longo da análise, sustentamos a afirmativa de que os temas foram construções conceituais motivadas pelo modo de condução da aula que fomenta, incentiva, ouve, valoriza e problematiza dialogicamente as manifestações verbais dos estudantes, acompanhando as suas construções conceituais e inserindo mediações para que elas evoluam no coletivo, no sentido da apropriação conceitual individual.

Passamos ao **Tema de enunciação Materialidade do ar**, por meio do qual se desenvolve e se analisa a construção do conceito de densidade constituído na aula Aves, suscitado na interação dialógica, como segue:

*P: Mas o que queremos entender agora é por que o ar, dentro do corpo do pássaro dá essa eficiência pra ele.*

*A5Av: É porque o ar... É leve... Né sora? Não tem peso.*

*P: Hum... (...) Mas vamos pensar nisso: será que o ar não tem peso? Se ele tem massa, tem peso. E ele, o ar tem massa, ele é matéria, é material?*

*A7Av: Não sora. Não é material.*

*AA: É sim! A gente já estudou... (inaudível)*

*P: Hum... Vamos lembrar que a matéria pode ser sólida, líquida e... O que mais? Lá do 6º ano que vocês aprenderam? E esse ano também...*

*A8Av: Gasoso gasoso sora.*

*P: Hum, muito bem! Os três estados físicos né, que a matéria pode estar: sólido, líquido e gasoso. E então o ar é material ou não é? Acabamos de lembrar que as coisas, todas, podem ser sólidas, líquidas ou gasosas... Se alguém tem dúvida sobre se o ar tem matéria, é matéria, experimenta trancar a respiração. Vai respirar pra quê?*

*A10Av e AAav: Ahhhh não dá sora! Não dá... (recuperando-se da apneia que voluntariamente impuseram-se).*

*P: Por que não dá? Ah esse ar aí que vocês estão puxando agora, ele não é material? Ele não tá entrando nariz a dentro e indo lá no pulmão? Não tá enchendo o pulmão de vocês?*

*AAav: Ai tá sora! (ainda recuperando-se).*

*P: Então é matéria sim, assim como enche o pulmão de vocês, também enche o das aves e os sacos aéreos e os ossos. Então: é matéria, ou não é matéria?*

*AAav: Éééé sora!*

A professora-pesquisadora direciona o diálogo de modo a provocar uma sequência de pensamento, que leve os estudantes a lembrarem que o ar é material. Aqui, vemos a persistência de uma ideia prévia bastante arraigada nos estudantes, que é

a associação do conceito de matéria ao que é sólido, em que pese o conteúdo de ‘estados físicos da matéria’ seja recorrente, nas séries finais do Ensino Fundamental, desde o 6º ano, inclusive sendo mencionado já nas séries iniciais. Não se fez menção ao Plasma como o quarto estado da matéria por entender que a discussão acerca dos diferentes estados de agregação, é tema recorrente nos anos seguintes de escolarização. Vygotsky (2001) auxilia a compreender esses retornos necessários dos conteúdos de ensino, que devem ser trabalhados em graus ascendentes de dificuldade:

põe-se o problema ao indivíduo [...] logo de início; o problema não se altera durante toda a experiência mas as **chaves para a sua resolução são introduzidas pouco a pouco**, [...] para que o processo se desencadeie, é necessário pôr a criança perante o problema. A introdução gradual dos meios necessários à resolução do problema permite-nos estudar o processo total da formação dos conceitos em todas as suas fases dinâmicas. (VYGOTSKY, 2001. p. 52, destaque nosso).

Desta forma não se pode precisar quando uma aprendizagem se consolida, o que Vygotsky define como a formação de “conceitos verdadeiros”, quando um conceito internaliza-se, pois pode haver idas e vindas, que perfazem processos dinâmicos, como mostra o enunciado abaixo:

*A15Av: Sora tu já tinha falado disso aí de densidade quando a gente fez pão.  
P: Muito bem! Perfeito! Já tinha mesmo, quando a gente estudou a produção de gás carbônico na fermentação. Muito bom! O CO<sub>2</sub> tende a sair da massa, deixando ela fofinha, porque ele é menos denso que a massa. Show!*

Retomando o tema sobre as características do ar, uma vez estabelecido que ele é material, encaminha-se então a discussão para a característica que confere eficiência às aves para o voo:

*P: Mas então as aves são malucas, elas querem colocar mais ar, ou seja mais matéria pra dentro do corpo pra voar? Mas tendo mais matéria, terá mais peso. Então, como é isso?  
(Barulho 15s)  
P: Psss! Então temos um problema aqui pra resolver... As aves são... Estranhas, ou tem alguma coisa aí que a gente não entendeu ainda?  
A4Av: Elas não são malucas, porque elas são super... Elas voam muito bem e muito alto... Então. E algumas nadam também...  
P: Concordo: elas são muito eficientes. Então nós é que não entendemos ainda. Mas vamos lá!  
AAv8: É que o ar, sora... Tá ele tem matéria, mas a matéria dele... E leve! Não é como as outras coisas.  
P: Perfeito! É aí mesmo que tá a chave pra gente entender isso...*

Novamente valemo-nos da teoria sociointeracionista para compreender que a função do movimento de ensinar é ir modulando os desafios cognitivos, inserindo mediações, para que os estudantes cheguem às construções conceituais adequadas:

Se o meio ambiente não coloca os adolescentes perante tais tarefas, se não lhes fizer novas exigências e não estimular o seu intelecto, obrigando-os a defrontarem-se com uma seqüência de novos objetivos, o seu pensamento

não conseguirá atingir os estádios de desenvolvimento mais elevados, ou atingi-los-á apenas com grande atraso (VYGOTSKY, 2001, p. 53).

Tendo em mente essa necessidade de ir acrescentando níveis de dificuldade aos desafios de compreensão dos estudantes, a professora-pesquisadora propõe um experimento simples, como instrumento mediador (WERTSCH, 1998), conduzindo o raciocínio do grupo, até chegar a inserir o conceito de densidade, como mediação para que os estudantes compreendam as relações conceituais envolvidas no fenômeno em estudo que é o voo das aves:

*P: Vamos fazer uma experiência aqui... Simplezinha. Cheguem aqui pra perto da pia... Tão vendo esse copinho aqui? Tem ar dentro dele?*

*AAAv.: Tem sora. Se ninguém tira o ar daí tem né... Só com bombinha pra tirar. Mas tem que ter tampa...*

*P: Hum bom! Concordo. Lê aqui, tu, Robinson por favor, lê aqui pra sora o volume desse copinho.*

*A8Av: É 250ml sora.*

*P: Ótimo: 250ml, a metade da metade de 1 litro. E esse aqui... Que a sora tá enchendo de areia? Quantos ml tem de areia?*

*A7Av: Mesmo tamanho sora, mesmo volume... Então...*

*P: Certo. Mesmo tamanho, então mesmo volume. Volume é tamanho. Olhem lá no quadro, volume é igual á?*

*A7Av: Tamanho.*

*P: Isso. Então vamos raciocinar aqui: Esse copinho tem o volume de 250ml de ar, e esse aqui também tem 250ml de areia. Qual é a grande diferença entre eles?*

*A1Av: Ah sora, entendi: é o peso! A areia é pesada. E o ar é tão levinho que... É só o copo que pesa... A gente nem sente o peso do ar.*

*P: Isso mesmo: então, olhem só, o mesmo volume de ar e de areia tem o peso e a massa muito diferentes, isso porque a densidade da areia é muito maior do que a do ar. Então quando os pássaros se enchem de algo que ocupa um grande volume, um tamanho grande dentro do corpo deles, mas que é muito leve, o ar, eles diminuem a densidade do corpo deles. Então o ar tem a densidade baixa: um grande volume tem pouca massa e pouco peso. E eles se enchendo de ar, que é pouco denso, eles ficam também menos densos.*

Assim nesse enunciado inserem-se várias mediações por meio de signos e instrumentos, no caminho da construção do conceito de *densidade*, necessário para a correta compreensão do voo das aves, tais como *massa*, *peso*, *volume*, relacionado a *tamanho*, palavra familiar aos estudantes. Alguns desses elementos são carregados de valor simbólico, que tem “função organizadora específica que invade o processo do uso de instrumentos e produz formas fundamentalmente novas de comportamento” (VYGOTSKY, 1991, p. 20), diz o autor explicando a inter-relação entre a inteligência prática e o uso de signos, que segundo ele se complementam, convergindo para determinar novos níveis de desenvolvimento das funções mentais superiores.

Essa integração propicia que a formação dos conceitos seja seguida pela sua transferência para outros objetos, num movimento de generalização, paulatinamente, após movimentos individuais de internalização, sabendo que esta “é a reconstrução

interna (mental) de uma operação externa” (PEREIRA; LIMA JÚNIOR, 2014, p. 528, parênteses no original), uma vez que para Vygotsky (1991) todas as funções mentais superiores, são relações sociais mediadas, que foram internalizadas pelo sujeito. Descrevemos o fundamento do processo de internalização na visão da teoria socio-cultural da aprendizagem, em movimentos feitos a partir de interações dialógicas, na convivência social, no nosso caso, a aula, onde ocorre o contato dos sujeitos com instrumentos, signos e ferramentas, como se percebe no enunciado abaixo:

*A5Av: Já vai bater sora... Mas eu... A gente tava falando aqui... Que isso da densidade, o copo com ar e o outro com areia... Eles tinham peso diferente e mesmo tamanho...*

*P: Sim... E?*

*A5Av: Tipo se fosse um balde bem grande de areia e um outro balde de ar... Balde de ar é estranho sora...*

*P: Então me dá licença... Faz o teu exemplo com água, pronto!*

*A5Av: Tá. Então pensa no balde de água e no balde de areia...*

*P: Ok, to pensando. Podemos fazer ali... Água num copo e areia no outro... Em vez de balde...*

O enunciado acima tem dupla função nesta análise: introduzir e contextualizar o enunciado seguinte, ocorrido após o final desta aula (Aves) e demonstrar, mais uma vez, que as interações dialógicas ultrapassam o espaço-tempo escolar, ou seja, nesse caso o limite temporal da aula foi ignorado pelos estudantes<sup>24</sup> e pela professora, que seguiram as interações, até que a compreensão ocorresse como se vê abaixo:

*A5Av e AAv.4: Sora se a gente tem o balde cheio... E vai tirando água ou tirando areia desse aqui... Ai vai mudando a quantia... e o volume.*

*P: Sim, isso mesmo.*

*AAAv: Mas então, pode ir mudando os... A quantia...*

*P: A massa. A quantia é a massa, medida em gramas, aqui no nosso caso.*

*AAAv: É a massa. E também vai mudando o volume porque vai ficando vazio.*

*P: Sim. Isso mesmo vai diminuindo a massa e o volume.*

*A5Av e AAv: Mas a... Tem uma coisa que fica sempre no mesmo... Nível*

Um dos estudantes gesticula com a mão no ar demarcando um nível.

*P: Sim! Esse nível que tu dizes que se mantém é a densidade do material. Ela é igual, pro mesmo material... Na mesma temperatura... Então a densidade é um parâmetro, um... Indicador que identifica, ajuda a identificar, o quê que é a substância, cada material tem a sua densidade, da água é 1, e os outros materiais tem densidades diferentes, a do ar é mais ou menos mil vezes menor que 1, que é a da água. Vocês vão estudar isso melhor no 9º ano.*

*A4Av: Ah sora... Legal, eu entendi, meio, mais ou menos como se fosse moedas...*

*P: Moedas?! Como assim, moedas?*

*A4Av: É sora... A gente pode fazer o mesmo valor... Um real... Ou com um montão de moedinhas de cinco centavos... Ou com só duas de cinquenta centavos... O valor... É como a densidade, fica sempre o mesmo.*

<sup>24</sup> Ficaram em aula 6 estudantes, dois que estavam diretamente envolvidos na discussão (A4 e A5) e quatro interessados em acompanhá-la.

*P: Puxa vida! A sora nunca tinha pensado na densidade, comparando com moedas... Vou ter que pensar... Mas acho que sim, que dá prá comparar sim, com moedas... Vamos conversar mais sobre isso. Tchau queridos! Toca aqui! A sora adorou a nossa... Conversa, além da aula... Até semana que vem. Não faltem!*

Pensamos que é o contexto de aulas dialógicas e com possibilidades de experimentação, que propicia a escuta por parte da professora, das explicações dos estudantes sobre como eles estavam compreendendo a densidade, por meio de ‘um nível’ (gesticulado com a mão no ar acima da própria cabeça); ou comparado a moedas. Ou seja, assim como um nível, a densidade do material é um valor que se mantém, embora com variações de massa e volume da substância; e assim como com moedas de valores diferentes é possível compor um valor fixo, respectivamente. Além de essas elaborações conceituais dos estudantes darem pistas à professora sobre como estão construindo suas compreensões, aumentado a cultura docente sobre os movimentos de aprender; há, do ponto de vista do desenvolvimento dos discentes, vários indícios de elaborações conceituais que vão evoluindo, gradativa e progressivamente, mediante associação entre fala e ação (VYGOTSKY, 1991) proporcionada pela aula. Para o autor o ato de falar ajuda a criança/adolescente a organizar seu pensamento, pois “controla verbalmente sua atenção, reorganizando seu campo perceptivo” (p. 27).

Este é um dos objetivos das atividades experimentais: “propiciar aos estudantes atividades relevantes e motivadoras, que os desafiem a utilizar suas habilidades cognitivas [em desenvolvimento] para construir modelos mais robustos, capazes de dar sentido às suas experiências com o mundo” (BORGES, 2002, p. 308, colchetes inseridos). Neste caso em discussão o estudante manejou, no momento do diálogo, com noções de semelhanças e dessemelhanças, agrupando as duas variáveis que sofrem variação, para numa síntese chegar a estabelecer que a grandeza resultante (a densidade) mantém-se constante. A culminância desse processo de aprender deu-se como resultado das mediações inseridas pela professora: *massa*, como medida da “*quantia*” e depois o próprio conceito de *densidade*, em uma síntese que ressignifica a noção de nível utilizada pelo estudante. Oliveira (2007), em trabalho sobre a construção do conceito de volume, baseado em Bellemain e D’Ambrosio aponta que:

A interação entre conceitos é fundamental no processo de aprendizagem. Portanto no caso do volume, sugerimos que o ensino desse conceito inclui a realização de atividades que explorem as relações Massa-peso, Volume-peso, Volume-massa e Volume-densidade. Essa conclusão reforça o consenso entre os adeptos da Educação Matemática, de que os processos de ensino-aprendizagem dessa disciplina não devem ser restritos à mera automatização de procedimentos e comunicação de definições (OLIVEIRA, 2007, p. 150).

É claro que essas são compreensões iniciais sobre densidade, elaboradas pela primeira vez, por esses estudantes, dialogicamente. O prosseguimento dos estudos deu-se na aula seguinte, mediante intensa discussão entre os estudantes, com reprodução com a turma dos experimentos feitos na aula anterior pelos poucos estudantes que ficaram após o término da aula e explicações da professora e dos estudantes (que tinham se tornado mais capazes, por meio das interações que propuseram) acerca da comparação da densidade como um nível.

Dado que se havia trabalhado com gráficos (Aulas Gráficos 1 e Gráficos 2), como representação de duas variáveis que interagem, confeccionamos gráficos de massa e volume, como resultados de medições feitas em aula no laboratório, obtendo gráficos de uma função de 1º grau<sup>25</sup>, dos quais confeccionaram-se cartazes. Esses debates ensinaram a explicação, exemplificada, de que mudando as condições de temperatura e pressão do material, altera-se a sua densidade. Consideramos este um resultado significativo, em relação aos processos pedagógicos desencadeados, pois nessa turma necessitou-se organizar e realizar uma aula extra, percebendo-se mais uma vez de que os tempos escolares são insuficientes.

Nessa aula extra (após a sequência de aulas analisadas) tratou-se de experimentos simples que auxiliaram os estudantes a compreenderem a influência da pressão e da temperatura na densidade, desenvolvendo inclusive a noção de densidade anormal da água, conteúdo também rotineiramente trabalhado no 9º ano, que os estudantes relacionaram com a vida das aves e outros animais aquáticos, assuntos que havíamos trabalhado recentemente. Essa aula a mais foi importante, pois alguns estudantes e pais protestaram por, nas suas palavras: “eles recém terem aprendido um conteúdo do 9º ano, difícil e a professora já querer explicar uma coisa ainda mais difícil” – os pais e os estudantes não conhecem a teorização vigotskiana, qual indica que o bom ensino adianta-se ao desenvolvimento (PEREIRA; LIMA JR, 2014). A aula extra ocorreu em turno inverso, mediante convite aos estudantes, referendado pela gestão da escola, com autorização prévia e expressa dos responsáveis, constituindo-se em mais uma evidência de que os tempos escolares não estão adequados a uma educação escolar transformadora de suas próprias práticas.

---

<sup>25</sup> Aqui em se tratando de aprendizagens contextuais e integradas na escola, deveria ter havido interação entre as professoras de Ciências e Matemática, como forma de desencadear um trabalho conjunto. Mas as dinâmicas escolares não propiciaram um tal encontro.

Porém a aula extra não compõe o corpo empírico da pesquisa, por isso as interações nela ocorridas não são tratadas neste relatório de tese. Entretanto a menção a esta aula é importante, para reforçar que as construções analisadas iniciaram-se antes das aulas que compõem o corpo empírico e prolongam-se para além destas. Estão em movimento, em devir, pois o processo pedagógico desencadeado não é estático; é antes influenciado pelo passado e estende-se e frutifica no futuro, considerando o ano letivo. A necessidade de uma aula além das aulas previstas pode ser interpretada como indício de que mesmo que sejamos propositivos e trabalhemos abordagens pedagógicas diferenciadas na sala de aula, dificilmente os problemas da escola serão resolvidos mantendo-se os tempos e espaços escolares no formato genérico vigente.

Assim pensamos que dois movimentos fazem-se necessários, do ponto de vista do posicionamento docente sobre a escola: o primeiro é perceber\diagnosticar que os espaços e tempos da aula são insuficientes para propostas pedagógicas, as quais envolvam o estudante de forma que a sua forma de ser\agir passa a não caber no tempo escolar, organizado com base no modelo industrial. O outro movimento docente, derivado do primeiro é a concepção e implantação de alternativas a esse modelo, que dá pistas de que se exaure. Este trabalho de pesquisa pretende ser um exemplo de alternativa à educação escolar bancária, propondo que ouvir a voz dos estudantes é crucial em processos pedagógicos não instrucionais e que tem a potência de desenvolver saberes discentes e docentes no processo.

Em relação a essas situações aqui descritas e discutidas, nas quais as interações pedagógicas, como que extravasam o espaço-tempo da sala de aula, trazemos o diagnóstico de Pietrocola, sobre o Ensino de Ciências, para quem: “Desvinculado do mundo cotidiano e por conseqüência também de qualquer realidade possível, o ensino científico foi aos poucos perdendo sua vitalidade até se transformar numa atividade essencialmente restrita à sala de aula e aos livros textos” (PIETROCOLA, 1999, p. 219). O autor parece indicar que a Ciência escolar tem-se tornado anacrônica e descontextualizada. E esta tese, em contrapartida, encaminha-se indicando que o ensino dos conceitos científicos de forma dialética e dialógica tende a movimentar a aula – e a escola, resignificando-as, chegando em várias situações, a extrapolar próprio o espaço-tempo da aula, instaurando a reflexão sobre a adequação dos espaços e tempos escolares vigentes hoje na escola.

Em se tratando da formação conceitual dialógica, bem como da análise dessas interações, pensamos, de acordo com a teorização bakhtiniana, que “A situação de

interação integra-se ao enunciado, constituindo-se como uma de suas dimensões constitutivas, indispensável para a compreensão de sentido do [mesmo]” (RODRIGUES, 2004, p. 424, colchetes inseridos), não sendo então o contexto, uma dimensão externa ao processo, como já discutido no item 1.3. Ao contrário, o contexto é intrínseco e constitutivo das interações, pois no caso deste duplo trabalho de ensinar e pesquisar, o fato de a aula ocorrer no laboratório de Ciências, que oferece possibilidades de experimentação, foi determinante para a qualidade das interações. O contexto extraverbal compõe-se ainda das situações recorrentes de os conceitos gerarem outros conceitos, na dialogia da aula, o que também está em pleno acordo com a teorização vigotskiana.

O caráter relacional das interações reflete-se nas inter-relações entre os temas de enunciação, que embora sendo unidades autônomas (BAKHTIN, 1997), compõem-se de enunciados de aulas diversas, como consequências de aprendizagens progressas, como no enunciado abaixo que se constitui na aula Gráficos 2, na qual clarificam-se noções que vinham sendo trabalhadas ao longo do ano letivo. O enunciado problematiza a relação entre massa e peso, trazendo uma importante construção conceitual no campo da Física, peso como consequência da gravidade.

*A3Gr2: Sora, sora o nosso<sup>26</sup> aqui, o finalzinho... Não dá mais pra pesar... Sumiu, se misturou já com a terra...*

*P: Então vamos registrar massa zero. E depois vamos colocar no gráfico. Lembrando que a gente diz pesar, mas não é pesar, medir peso; é medir massa. E qual é a diferença entre massa e peso mesmo?*

*AAGr2: Gravidade sora, o peso tem a gravidade.*

*P: Isso! O peso existe por causa da gravidade. E a massa existe porque o objeto existe, lembram né?*

Após a aula Gráficos 2, na aula Aves, os conceitos de massa e peso foram exaustivamente trabalhados, em função da construção do conceito de densidade. Assim, em termos da construção conceitual, constata-se que conceitos já tratados anteriormente servem como mediações nas novas construções conceituais, corroborando a ideia vigotskiana de que um conceito sempre depende de outro, num sistema hierárquico de construção conceitual:

Nos conceitos científicos que a criança adquire<sup>27</sup> na escola, a relação entre esses conceitos e cada objeto é logo de início mediada por outro conceito.

---

<sup>26</sup> Os estudantes referem-se a quantidades (massas) de materiais em decomposição no terrário, que o seu grupo estava monitorando.

<sup>27</sup> Refletindo sobre a palavra ‘adquire’ na citação, trazemos Pereira e Lima Júnior (2014): “Na perspectiva vigotskiana, a “linguagem” é uma mera abstração. Concretamente, o que existe é a fala, a escrita e o pensamento (verbal). Mesmo quando o foco recai sobre a aprendizagem conceitual, a mesma deve ser entendida mais em termos do “domínio” (WERTSCH, 1993) e “uso” de conceitos (WELLS, 2008) e não

Assim, a própria noção de conceito científico implica uma certa posição relativamente aos outros conceitos, isto é, um lugar num sistema de conceitos (VYGOTSKY, 2001, p. 80).

Pensamos que essa construção conceitual ancorada em construções anteriores também contribui para responder à nossa questão de pesquisa.

Passamos a tratar do **Tema de enunciação Flutuabilidade**, no qual se desenvolveu o conceito de empuxo, a partir da manifestação dos estudantes na aula Aves. Nesta, após muitos turnos de fala decorrentes dos múltiplos aspectos suscitados nos diálogos, acaba por constituir-se, na dialogia, o conceito de empuxo. Na verdade, a natureza híbrida e fluida dos temas faz-se notar novamente nesse enunciado, pois, ao mesmo tempo em que ele traz o conceito de empuxo, também traz a temática relativa à natureza da Ciência, que se constitui em razão da necessidade de a professora-pesquisadora enaltecer a contribuição de um grupo de estudantes. A princípio elas estavam receosas de expor sua contribuição no diálogo da aula, embora essa contribuição tenha-se mostrado muito importante tendo em vista os objetivos da aula e da pesquisa. O enunciado origina-se com as estudantes chamando a professora-pesquisadora para o seu grupo, negando-se a se manifestarem no grande grupo. A professora então constata que elas apontam um aspecto importante do material didático preparado para a aula, que levará ao desenvolvimento do conceito de empuxo:

*A14Av: A gente achou legal isso aqui das flechas que tem aqui ó... Elas são só pra cima. Por que elas não são pra baixo sora?*

*P: (...) Isso que vocês apontam é muito importante também e vai ajudar a gente a aprender um conceito científico novo que vocês ainda não sabem... É o conceito de empuxo! As setas tão todas pra cima pra representar o empuxo, que é a força que tem no ar e na água, sempre de baixo pra cima e ela atua sobre os corpos que tão no ar ou na água.*

*E vocês todos tão aprendendo hoje, com a ajuda, contribuição especial desse grupo aqui, das meninas.*

*P: (...) Então quem fez esse desenho que a sora selecionou, pra pôr aí, quis dizer, representar essa força, o empuxo.*

*A6Av: Empuxo sora, parece que puxa...*

*P: É... Na verdade empurra... Empurra pra cima...*

*(...) P: Psss! Então é isso, as aves voam porque primeiro, elas conseguem regular a densidade corporal delas, se enchendo de ar, quando querem subir e se manter no ar e se esvaziando quando elas querem pousar. E elas têm asas, com penas que são leves, que quando se abrem ficam muito grandes, com uma grande área, assim: (gesticula abrindo assas feitas de papelão). As das aves são bem mais eficientes que essas aqui... Que a sora tá adaptando... Então, sabe quem age aqui? (...) Nas asas das aves, dos pássaros, sustentando eles no ar? O?*

*A8Av e AAAv: O empuxo.*

---

em termos de sua aquisição” (PEREIRA; LIMA JÚNIOR, 2014, p. 532, aspas e menção a outros autores no original). Os autores atribuem o uso de termos como adquirir, ou aquisição, á traduções equivocadas e às dificuldades iniciais de divulgação da obra de Lev S. Vygotsky no ocidente.

Nesse enunciado vê-se uma extensa explicação docente, inter-relacionando conceitos importantes para o entendimento da grandeza empuxo, uma vez que compreendemos a importância da sistematização dos conceitos tratados, que funciona, nesse caso, como uma última mediação, inclusive com a inserção do instrumento asas em movimento, pois segundo Vygotsky (2001):

O adolescente defronta-se com outros obstáculos quando tenta aplicar um conceito que formou numa situação específica a um novo conjunto de objetos e circunstâncias, em que os atributos sintetizados no conceito aparecem em configurações que diferem da original (p. 69).

Assim, pensamos que essas mediações têm também a função de inserir modificações nos esquemas didáticos já apresentados – denotando mais um aspecto do processo de mediação, gerando variadas oportunidades de significação e ressignificação por parte dos estudantes, sendo importantes na formação conceitual e no amadurecimento das funções mentais superiores. O enunciado abaixo traz a situação em que o estudante relembra de já ter ouvido a explicação, ainda rudimentar e ligada a um fato concreto, sobre a força de empuxo:

*A2Av: Soooora... Tu te lembra que a gente fez?... No outro ano... Faz tempo... Que tu tava ensinando coisas do ar...*

*A3Av: Atmosfera... Camadas*

*P: Hum?... Lembro disso sim, as camadas da atmosfera, a composição diferente...*

*A2Av: Não sora. Não é isso das camadas. É,... Tu te lembra que a gente fez umas pipas? E as nossas não deram muito certo... E depois o Andrew e o Adrian trouxeram umas prontas e a gente foi soltar?... E aí deu certo e tu ensinou dessa força aí, que tava... tipo...*

*P: Atuando na pipa! Que dez, que vocês lembram disso! A força de empuxo atua nas pipas, nos pássaros, nas asas delta, aviões... Tudo o que se move no ar. Que espetáculo! A sora tá tão feliz com vocês!*

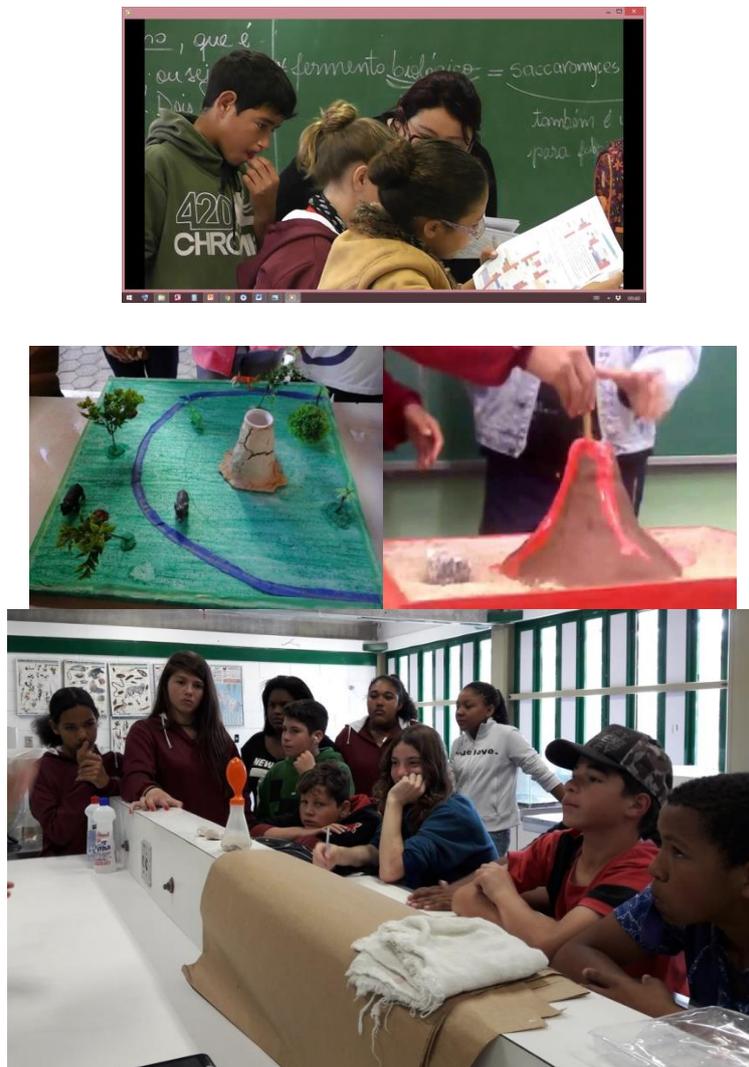
Encerramos esse eixo temático saudando a participação discente consciente e autônoma, com os estudantes empenhando-se em compreender os fenômenos em discussão, com a ajuda dos materiais didáticos, dos experimentos e de conhecimentos já construídos e fazendo isso por meio da linguagem significada, expressando-se verbalmente, e assim desenvolvendo suas funções mentais superiores, pelos movimentos contrários e generativos entre os conceitos científicos e os conceitos espontâneos, pois segundo o autor:

Os conceitos científicos, com o seu sistema hierárquico de inter-relações, parecem ser o meio em que primeiro se desenvolvem a consciência e o domínio do objeto, sendo mais tarde transmitidos para outros conceitos e outras áreas do pensamento. A consciência reflexiva chega à criança através dos portais dos conceitos científicos (Ibid., p. 79).

Destacamos que neste eixo temático estão predominantemente interações oriundas das últimas aulas: Gráficos 2 e Aves – adaptações para o voo. Assim infere-se

que a diferença observada no comportamento dos estudantes frente à atividade proposta, aos experimentos realizados e à aula em si, em relação à primeira aula (Modelo de vulcão), na qual os estudantes queriam apenas ‘fazer vulcão’, deve-se ao seu amadurecimento como discentes, em relação à construção de conhecimento na escola.

Figura 5: Fotografias das aulas Fermentação e Modelo de vulcão.

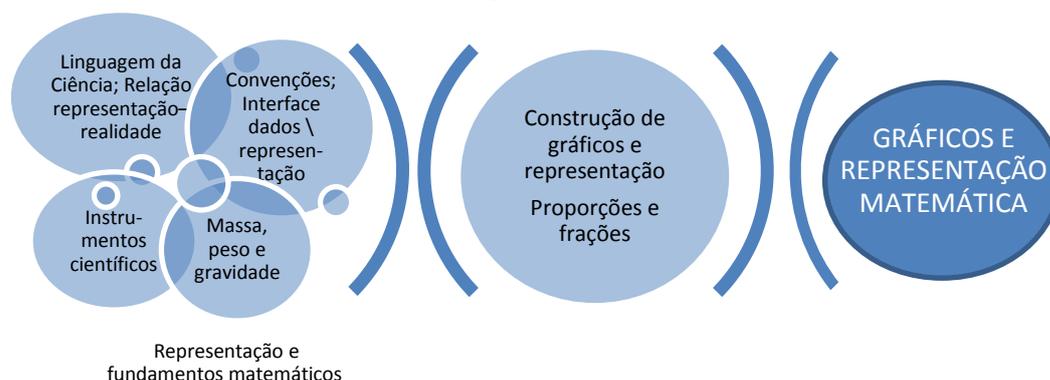


Fonte: autoria própria.

### 4.3. EIXO TEMÁTICO GRÁFICOS E REPRESENTAÇÃO MATEMÁTICA

Este eixo temático congrega apenas dois temas das enunciações: Construção de gráficos e representação e Proporções e frações, constituídos após sucessivos movimentos analíticos, com migração de prototemas de enunciação para outros eixos temáticos, de forma que neste ficassem apenas temas mais estreitamente relacionados à representação matemática. O eixo temático constituiu-se da junção dos protoeixos Representação e Fundamentos matemáticos, que, conforme tabela 5, congregavam inicialmente os prototemas: Relação representação–realidade; Proporções; Instrumentos científicos; Linguagem da Ciência; Interface dados \ representação; Convenções; massa, peso e gravidade.

Figura 6: 1º e 2º movimentos analíticos de constituição do eixo temático Gráficos e representação matemática.



Fonte: Autoria própria

Buscando novamente as origens do desenvolvimento da Ciência como cultura humana e sua intrínseca ligação com a matemática, Pietrocola (2002) diz que esta última

torna-se critério de cientificidade, na física, na medida em que a incapacidade de expressar propriedades de sistemas em linguagem matemática inviabiliza mesmo a possibilidade de admiti-las como hipóteses para o debate científico [ ] [enchendo] a cena do discurso científico através de elementos como funções, equações, gráficos, vetores, tensores, inequações, geometrias, entre outros (PIETROCOLA, 2002, p. 89 e 90).

A partir dessas ideias iniciais, o autor estabelece a ligação entre Ciências naturais e Matemática, refinando a compreensão sobre a linguagem, assevera que ela, seja matemática ou outra forma, não deve ser utilizada/pensada por sua função descritiva, pois no mundo humano a linguagem tem uma função consideravelmente

mais importante que é gerar pensamento e expressá-lo, como já ensinou Vygotsky, no escopo da teoria socio-histórica da aprendizagem.

É o que tentamos e pensamos ter desenvolvido em alguma medida nesta pesquisa-ação, com os estudantes, atendendo as suas necessidades de conhecer, como as representadas na fala da estudante, logo adiante expressa, que externa a vontade de compreender o que são e para que servem *gráficos*.

Também Giardinetto (1997) analisando a constituição histórica da Matemática, enfatiza o seu caráter de abstração dos objetos reais através da representação, como relação, este último termo significando “a existência concomitante e simultânea de termos que existem um no outro e não separadamente; e devem por isso ser aprendidos como uma única operação de pensamento” (GIARDINETTO, 1997, p. 97), o que também está de acordo com Vygotsky, que explica o desenvolvimento das funções mentais superiores, a partir das interações das pessoas entre si e com os objetos do conhecer.

Assim compreendendo a importância das representações matemáticas, como meios de exercício do pensamento por signos específicos e tendo em vista sua íntima relação com as ciências naturais e, ainda, atendendo à necessidade de valorizar a voz dos estudantes e de que estes aprendam a articular e manifestar pensamentos, através da sua própria enunciação em processos mediados, deu-se o planejamento da aula Gráficos 1. Esta aula originou-se do questionamento expresso por uma estudante, como transcrito abaixo, de acordo com o princípio da pesquisa-ação que diz que a pesquisa-ação crítica emancipatória deve surgir dos problemas da vida cotidiana e se constitui com o objetivo de solucioná-los (CARR e KEMMIS, 1988). Assim sendo, essa aula e sua análise ocorrem em razão do questionamento discente: “Sora o que é aquela coisa, que tem uma linha e vai indo? É um desenho...?” (sic). A partir dessa questão, segue-se o diálogo:

*P: Que coisa desenhada? Onde viste? De que assunto é?...*

*A: É aquilo, sora... Que mostra na TV, quando tem eleição... E tem também em outras coisas (...) De estudar... Coisas sérias.*

*P: Ah gráficos! São gráficos. Gráficos são esquemas que mostram como duas variáveis... Coisas que vão variando, duas... Se relacionam entre si, tipo o desempenho dos candidatos no tempo.*

Apresentamos o **Tema de enunciação Construção de gráficos e representação**, destacando o contexto que antecedeu a pergunta elaborada pela estudante: uma saída de campo, que teve como objetivo a coleta de amostras de vegetais, ao final da qual, a estudante faz o questionamento. Destacamos que no 7º ano, de acordo com informações das/os professoras/es de Matemática da escola, ainda não se

estudam gráficos, como representações de uma função matemática. Evangelista e Guimarães (2015) apontam que há poucos livros didáticos de Matemática que explorem gráficos de linhas, entretanto gráficos constam em livros didáticos de Matemática do 6º ano, expressando quantidades relativas entre si, como dados populacionais, entre outros usos. E no programa de Matemática disponibilizado pela Secretaria Municipal de Educação, gráficos constam como conteúdos de ensino no 6º ano como: “Tratamento da Informação: Ler, interpretar e construir gráficos de barras simples e tabelas” (RIO GRANDE, 2015, p. 29).

Ao largo das determinações legais e das práticas curriculares costumeiras, sob a perspectiva freireana, que orienta esta pesquisa e a pedagogia da escola, entendemos que a estudante está tentando ler o mundo (FREIRE, 1987) o que a leva a ter curiosidade sobre gráficos, aspecto fundamental da formação dos estudantes para uma cidadania autônoma, pois:

Como afirmam Cavalcanti et al. (2010), é fundamental ter um olhar mais crítico sobre as informações que são veiculadas em nosso dia a dia, pois frequentemente aparecem na mídia informações em gráficos com escala manipuladas, as quais podem enfatizar, mascarar ou omitir determinados aspectos da notícia em função da intenção de quem a estruturou (EVANGELISTA; GUIMARÃES, 2015, p. 132).

Nesse sentido a professora refaz o planejamento para as aulas seguintes, cujos conteúdos, possam contemplar a produção de dados, como instrumental didático, com vistas à construção de gráficos. O objetivo central da primeira dessas aulas consistiu em produzir dados a partir dos exemplares de plantas coletadas, visando ressignificar a classificação dos vegetais, através da produção de gráficos representativos desse material, constituindo-se assim a aula Gráficos 1.

Esta é uma peculiaridade da práxis pedagógica discutida nesta pesquisa-ação: fatores externos não se sobrepõem às necessidades que surgem e são expressas na sala de aula pelos estudantes, em diálogo. Assim o que legitima as ações docentes e as tomadas de decisão em sala de aula e no curso do ano letivo, pela professora-pesquisadora, são as dinâmicas da própria sala de aula, considerando-se as diretrizes internas da escola (Projeto Político Pedagógico)<sup>28</sup>.

Essa forma do agir pedagógico, nesse caso, mostrou a sua importância, dada a real necessidade, de que os estudantes fossem introduzidos em práticas do mundo da Ciência, como processo de enculturação (MORTIMER; 1995, 1996) já explicado, que

---

<sup>28</sup> Obviamente as ações pedagógicas, observam, num sentido amplo, além do Projeto Político Pedagógico, a legislação educacional, o Estatuto da Criança e do Adolescente e as leis do país, em geral.

envolve inevitavelmente a Matemática, ainda mais considerando a sua dificuldade demonstrada em compreender esse deslocamento de contextos, provocado pelas atividades das duas aulas envolvendo gráficos. Essas dificuldades discentes aparecem no início da aula Gráficos 2, com os estudantes ainda demonstrando dificuldades em reconhecer e compreender elementos gráficos básicos na constituição dos gráficos (datas X massa), como se constata no enunciado abaixo:

*A1Gr2: Mas sora?... Pra que essas linhas?*

*P: Pra gente representar o fenômeno que a gente estudou, aqui no quadro. Um gráfico é uma representação de um fenômeno em estudo. O que foi o fenômeno que a gente estudou e que vai representar?*

*AAGr2: Os desmanche das coisas sora... Das matérias que botamos no terrário.*

*P: Isso mesmo! A decomposição! Lembra que a gente discutiu antes que muitos fenômenos, processos, a gente pode representar em gráficos? Por exemplo, quando a Kin perguntou o que eram gráficos, ela disse: aquilo que começa e vai indo assim, que mostram quando tem eleição...*

*AAGr2: Mas sora... Eu... A gente aprendeu, na outra aula... Outras, outros... dessas coisas gráficas...*

*A1Gr2: É sora, era só redondinho, com as fração...*

*P: Ah entendi! Ok, entendi... É que existem gráficos de muitos tipos diferentes! E hoje vamos aprender gráficos de linha, e não de pizza!*

*(...)P: Pois então, nós aqui vamos colocar nos gráficos, um pra cada material, como foi, como variou a massa deles ao longo do tempo. Por isso vamos botar aqui as datas...*

Parece que os estudantes ainda estavam presos aos esquemas conceituais e metodológicos desenvolvidos na aula anterior, talvez pelo pouco tempo entre essas aulas (2 semanas, nas quais seguiu-se revisando os conteúdos e os métodos trabalhados na aula Gráficos 1). Por isso eles estranharam que objetos representados no quadro pela professora (os eixos cartesianos) fossem atinentes a gráficos, uma vez que haviam aprendido e repetido os procedimentos, produzindo textos próprios sobre gráficos de setores, como formas de expressão de duas quantidades relativas entre si, representando variadas situações<sup>29</sup>, propostas posteriormente.

Sob outra perspectiva vemos também, no enunciado acima, que os estudantes ainda não se apropriaram da linguagem científica, o que é um dos indícios da significação conceitual almejada, como fruto dos movimentos de aprender. Isso porque eles utilizam a palavra ‘desmanche’ e não a palavra mais adequada ‘decomposição’, que a professora-pesquisadora insere imediatamente. Esses estudantes podem ainda estar pensando por meio de pseudoconceitos (VYGOTSKY, 2001), no seu caminho de elaboração conceitual, pois eles sabem que vai ser representado um fenômeno real, por

<sup>29</sup> Tivemos o cuidado de representar nas aulas subsequentes, variáveis que não apresentam covariância em gráficos de setores, para que não se consolidasse a ideia equivocada que estes só representam proporcionalidade.

meio do gráfico, mas ainda não o nomeiam corretamente. Entretanto, como é próprio desse modo dialógico e dialético de desenvolvimento das relações pedagógicas, no enunciado abaixo já se observa a inserção de conceitos novos: ‘ortogonal e paralelo’, imediatamente explorados e exemplificados, nesse caso pelos estudantes, instigados pela professora-pesquisadora, no curso das interações.

Inobstante as conquistas conceituais de alguns estudantes, outros ainda custam a compreender a marcação dos pontos relativos a não decomposição dos resíduos plásticos, estranhando as projeções dos pontos relativos às datas (especificadores<sup>30</sup>), ligarem-se à projeção de um único ponto (mesma massa: dezessete gramas), como se vê no enunciado abaixo:

*A8Gr2: Mas sora, tu botou 17 em todas as datas... Toda a linha...*

*P: Ué mas não foi a medida de vocês em todas as datas?*

*A4Gr2: Ah tá, agora eu entendi... Mas como vai ficar sora...? O desenho que...*

*P: Calma que agora a gente vai ver... Vamos ir fazendo um gráfico para cada um dos materiais. E vamos ver os resultados... Atenção, muita atenção: Vamos traçar os dois eixos cartesianos. Já viram em Matemática os eixos cartesianos?*

*A4Gr2: Não sora, a gente só estuda X em Matemática...*

*(A professora traça as semirretas que vão constituir os eixos).*

*AA: Sora, mas os gráficos que tu ensinou... São redondinhos... Com fração, te lembra?*

*P: Hum ok, entendi! É que hoje nós vamos aprender outro tipo de gráfico...*

*AAGr2: Ah é f\*\*\* quando o cara aprende um, ela já quer ensinar outro...*

*P: Opa! Sem palavrão! Já tô esperando as desculpas!*

*AAGr2: Ah sora isso nem é mais palavrão... Mas tá... Desculpa...*

*P: Vou ensinar os eixos cartesianos então. Os eixos que são... Que é com eles que a gente inicia os gráficos... Pronto, tão aqui. Dois traços, duas retas que se cruzam, onde elas se cruzam nós vamos dizer que é o zero de massa, a massa zero e o zero de data. E as datas aumentam pra lá, pra direita e as massas aumentam pra lá, pra cima, certo?*

Atentando para o nível de dificuldades de compreensão manifesto nos diálogos, não se cogitou construir apenas um gráfico para todos os materiais em análise (resíduos em decomposição no terrário), uma vez que, como explicam Carvalho, Campos e Monteiro (2011) gráficos que envolvem inferência inversa são particularmente mais difíceis de serem compreendidos pelos estudantes do 7º ano. Estudando os argumentos desses autores e de outros que eles mencionam, chega-se à conclusão que, do ponto de vista matemático, em se tratando de gráficos de linha, o ideal é que sejam ensinados antes os de inferência direta, como os representativos de

<sup>30</sup> Nomenclatura utilizada por Carvalho, Campos e Monteiro (2011) para especificar os marcadores visuais dos gráficos “Os especificadores são dimensões visuais, utilizadas para representar os valores dos dados, e podem ser linhas, barras, símbolos de ponto ou outros elementos que especifiquem relações particulares apresentadas pelo gráfico” (CARVALHO, CAMPOS, MONTEIRO; 2011, p. 681).

duas variáveis que evoluem igualmente (covariância), sobre os quais não são necessárias inversões das variações ocorridas.

Em se tratando das dinâmicas verbais da aula, no enunciado acima percebe-se uma observação em relação aos gráficos já ensinados, que frutifica em forte objeção de um pequeno grupo de estudantes, ao movimento docente de ensinar uma nova forma de gráficos, que se desenrola mediante discussão sobre a pertinência de professora apresentar mais um conteúdo novo, nesse caso mais um tipo diferente de gráfico. Como já discutido, críticas ao modelo pedagógico proposto são inerentes ao movimento dialógico e à liberdade que os estudantes exercitam de dizerem a sua palavra. Porém, isso nem sempre ocorre de forma livre de conflitos. Entretanto nessa situação, contornou-se o conflito com relativa facilidade, ensejando a continuação da aula, com a marcação dos pontos nos eixos e depois no espaço bidimensional:

*P: Então vamos encontrar o dia 12... Com 30 gramas<sup>31</sup>. Fazendo uma projeção, projeção... Vamos pro-je-tar essa medida do eixo, para o espaço. Espaço da folha, aí vocês, e aqui o quadro... Depois... Onde tá 30 gramas? Aqui, ó, bem no meio do eixo vertical que a gente fez com o máximo de 60. Mas tem que ser ortogonal. Entendido? Vamos marcar o outro ponto? Dia 12, tinha 32 gramas de sementes... Pronto.*

*AAGr2: Que isso sora? Isso que tu disse?*

*P: Ortogonal, assim ó: tem que ser paralelo a essa linha, e em ângulo reto com a outra. Paralelo, olha! Essas linhas aqui ó são paralelas! Paralelas. Linhas que sempre mantém o mesmo espaço entre elas. Me apontem linhas paralelas aqui na sala...*

*(13s)*

*AAGr2: As... Frestas... As linhas dos tijolo sora, uma com a outra... Paralelo.*

*AAGr2: E os dois lados da porta... E tudo que fica assim... Que é sempre reto e é em dois... Embaixo e em cima da janela, e o chão e... Tudo porque tudo aqui é quadrado.*

Percebe-se que os estudantes utilizam a estratégia de associar os conceitos novos (ou pretensamente novos<sup>32</sup> na sua visão), ortogonal e paralelo a um conceito que eles já conhecem e dominam: *quadrado*, para facilitar sua significação conceitual acerca da qualidade do que é paralelo. Entretanto o conceito de projeção, que é enfatizado pelo soletrar de *pro-je-tar*, parece não ter tido eco, no momento entre os estudantes. Porém Carvalho, Campos e Monteiro (2011) dizem que mesmo estudantes de faixa etária inferior aos 10 anos já podem compreender a noção de projeção. Entretanto pelo

<sup>31</sup> A professora refere-se à marcação dos pontos do gráfico (semanas *X* massa), que representa a decomposição dos resíduos depositados no terrário.

<sup>32</sup> Esses conceitos podem ser novos para os estudantes na disciplina de Ciências, uma vez que em alguns trechos das suas falas eles deixam entrever que classificam os conhecimentos de acordo com a disciplina, o que é plenamente justificado pela tradição disciplinar da escola, com forte isolamento entre os componentes curriculares. Assim provavelmente eles já tiveram contato com os conceitos referidos, na disciplina de Matemática, mas não os associam a princípio, com os que são tratados nas interações que apresentamos nesta pesquisa-ação, em alguns casos demonstrando seu estranhamento com essa situação.

tratamento inadequado e descontextualizado do tema, dificuldades de compreensão sobre projeções no espaço bidimensional se mantêm em níveis superiores de ensino (MASOLA; ALLEVATO, 2016).

Salienta-se que no caminho da formação dos conceitos, segundo Vygotsky (2001), os estudantes podem ora apresentar características do pensamento sincrético; ora já por conceitos potenciais e até (retrocedendo) em pensamento por complexos, ou pseudoconceitos, característicos de uma fase muito anterior às primeiras. A inserção de meios e instrumentos variados facilita o desenvolvimento de conceitos cada vez mais abrangentes e generalizáveis, características do pensamento científico. Sobre isso Pereira e Lima Júnior (2014) explicam que:

Aprender a lidar com um conjunto de dados de uma observação experimental empregando uma técnica particular de construção de gráficos ajuda o estudante a perceber certos padrões de comportamento do sistema observado que não poderiam ser revelados a partir do uso de outro modo de mediação (como uma equação, por exemplo). A ideia básica é que novas ferramentas psicológicas proporcionam novas possibilidades para o estudante (PEREIRA; LIMA JR, 2014, p. 531).

Parece mesmo que a necessidade de compreender os conceitos ‘paralelo e ortogonal’, relacionada a possibilidades de pensar e expressar-se, interativamente com os parceiros de diálogo, através desse novo instrumento (o gráfico) ampliou as conexões mentais dos estudantes num processo coletivo mediado que os autores chamam de intermental.

*P: Pessoal, tem muita gente vindo aqui perguntar pelo gráfico dos plásticos. Que dá uma reta, né, deitada, como vocês tão me dizendo, paralela à horizontal... Então: isso é o que se espera mesmo! Esse é o comportamento... De um gráfico, quando uma das coisas que estamos tratando, não varia, se mantém constante. E nós vimos, através das pesagens dos colegas que foi isso que ocorreu, que a massa dos plásticos se manteve sempre constante. Então apresento a vocês um gráfico que mostra um comportamento constante! Viram que legal! E como é isso, comparado com os outros gráficos?*

*A5Gr2: Ah é diferente sora! Todos os outros deram assim... Linhazinha que vai descendo... Primeiro sobe né... Que é isso que a massa... Foi maior... E depois sempre foi descendo.*

*AAGr2: Porque foi tudo se terminando... Se... Desmanchando.*

*P: Decompoondo!*

*AAGr2: E o nosso é o constante né sora?!*

*P: Isso! Entenderam agora, pra quê a gente usa gráficos? É uma forma... Outro jeito de representar o fenômeno. Nós fizemos dois jeitos hoje: tabela e gráfico, pra explicar o que houve com os resíduos que monitoramos. Aliás vocês sabiam que essa é uma das atividades dos cientistas?! A Ciência se desenvolve também desse jeito, monitorando variáveis, é... Aspectos dos fenômenos.*

O enunciado acima denota que os estudantes compreenderam os gráficos como representações de acontecimentos reais (o aumento de massa dos resíduos; depois a sua

diminuição), ao verbalizarem: ‘Linhazinha que vai descendo... Primeiro sobe né... Que é isso que a massa... Foi maior... E depois sempre foi descendo’. E também o uso da palavra ‘constante’, pelos estudantes do grupo responsável pela pesagem dos materiais plásticos, denota apropriação conceitual dialógica, uma vez que eles a usam em tom conclusivo, referindo-se ao gráfico correspondente, apontando-o no quadro, superando suas dificuldades iniciais de compreenderem a projeção e a marcação dos pontos no espaço bidimensional. Entretanto eles demonstram dificuldade em elaborar e usar o conceito de decomposição, associado aos novos conhecimentos matemáticos, significando que há um longo caminho pedagógico de uma construção integradora da linguagem científica composta de símbolos e signos, que evolui para conceitos potenciais ou verdadeiros (VYGOTSKY, 2001).

Pietrocola (2002) argumentando sobre a importância da Matemática, considerando-a no ensino de Física, bem como a importância de que as professoras/es estejam conscientes da sua real dimensão, que é constitutiva do conhecimento científico, não apenas explicativa, como sustenta Bachelard (1996), diz que:

Ao concebermos a apreensão do real como fruto de um processo de interação dialética entre abstrato e concreto, entre teórico e empírico, não há como evitar o tratamento da Matemática como elemento que participa, com sua especificidade própria, do contexto da construção do conhecimento. Assim, um dos atributos essenciais ao educador com relação a esta questão é perceber que não se trata apenas de saber Matemática para poder operar as teorias Físicas que representam a realidade, mas de saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática (PIETROCOLA, 2002, p. 106).

Nossa análise mostra que os estudantes aprenderam mais aspectos do conteúdo científico, ao manejarem os conceitos, na ação de produzirem gráficos, bem como os aprenderam como formas possíveis e interessantes de representar fenômenos e processos científicos, cientes de que representações gráficas dos fenômenos fazem parte da construção do conhecimento científico, no âmbito da Ciência e no âmbito da sua aprendizagem sobre Ciência, como se evidencia na fala da professora, no enunciado anterior: *‘Aliás vocês sabiam que essa é uma das atividades dos cientistas?! A Ciência se desenvolve também desse jeito, monitorando variáveis, é... Aspectos dos fenômenos’*.

Encaminhamos a seguir o tratamento do **Tema de enunciação Proporção e frações**, destacando que para Menduni-Bortoloti e Barbosa (2017) “o conceito de proporcionalidade pode ser comunicado como regularidades, função, razão e escala porque comunicam o conceito” (p. 948). Segundo essa classificação, tratamos na aula

Gráficos 1 o conceito de proporcionalidade como razão multiplicativa, que é uma relação de comparação entre partes, na qual a própria relação constitui uma meta-regra<sup>33</sup>, atuando como um operador que define a relação. No nosso caso, a meta-regra constituiu-se no curso das interações, chegando-se à fração irredutível ao final da operação, como será demonstrado pelas enunciações que se seguem.

Nesta aula, os estudantes apresentaram dificuldades em entender a possibilidade de representar esquematicamente dados concretos, em um desenho no nosso caso, os exemplares de plantas coletadas, como se acompanha no enunciado abaixo:

*P: ... Se tivéssemos exatamente a mesma quantidade de plantas inteiras e de partes, e quiséssemos representar elas nesse círculo aqui... Que parte do círculo seria de cada um dos grupos?*

*(silêncio 17s)*

*A11Gr1: Não dá sora, porque elas nem cabem aí!*

*P: É verdade! Elas não cabem aqui... Mesmo assim, podemos representar elas aqui. Uma representação é uma maneira de fazer um registro sobre a coisa, sem a própria coisa estar aqui. Na verdade as letras e os números são formas de a gente representar coisas, situações, quantidades, né... Numa história... A gente usa letras e palavras pra representar situações, né?... E então?... Se tivéssemos que representar nossos dois grupos aqui, se eles tivessem o mesmo número de unidades, plantas e partes... Como seria? Vejamos, (...) Todos os nossos elementos,... Representaríamos como, o todo?*

*AAGr1: Tudo, todinhas aí dentro...*

*P: O todo é todo este círculo. E se tivéssemos o mesmo número de partes e plantas?*

*A12Gr1: Aí divide no meio com um traço sora.*

O diálogo mostra que a professora-pesquisadora necessita retroceder na sua proposição, explicando primeiro o sentido de representação e a possibilidade de representar dados da realidade no esquema gráfico que desenha no quadro, para, por meio do diálogo ir aproximando do seu objetivo inicial, que era, neste enunciado, já realizar a representação das quantidades relativas envolvidas. Entretanto parece que o diálogo, passo a passo encaminha a compreensão da possibilidade da representação proposta:

*P: Na verdade, temos 12 plantas e quase que o dobro disso de partes, pois temos 12 plantas e 20 partes. Como vamos representar isso aqui no nosso círculo? Quantas coisas... Quantos elementos ao todo temos?*

*A11Gr1: 32 sora.*

*P: Então vamos dividir o círculo em 32 partes. Como vamos fazer isso? Vamos iniciar por dividir o círculo em 2, depois 4 e depois em 8, e mais uma vez, que dará, quanto?*

*A8Gr1: Isso é matemática sora! Não é ciências.*

*P: Ah mas acontece que a linguagem da Ciência é a Matemática! A gente precisa da matemática pra estudar ciências! Mas e aí, dá quanto?*

<sup>33</sup> De acordo com Sfard (2008), apud Menduni-Bortoloti e Barbosa (2017) “as metarregras [ ] são as regras que descrevem a estrutura das ações discursivas comunicadas pelos participantes.

*A10Gr1: Dá 16 sora.*

*P: Certo! E para chegar no número de partes que precisamos, o que temos que fazer, agora? Temos 16 partes e precisamos de 32...*

*A11Gr1: Faz de novo sora, divide todinhos ao meio de novo.*

Parece que as interações desenvolvendo-se sempre no sentido de relacionar os dados concretos com as propostas de representação foram capazes de introduzir meios mediacionais dos quais os estudantes se apropriaram para desenvolver a significação da relação realidade-representação apresentada pela professora-pesquisadora.

*P: ... Pronto. Temos 32 partes. E agora? Quantas dessas partes da fração correspondem à quantidade de plantas, e quantas correspondem à quantidade de partes das plantas?*

*AAGr1: Doze e vinte sora. Pinta elas com giz diferente sora.*

*P: Agora pintamos de amarelo a quantidade de plantas e a outra de azul... (...) Entenderam? Do total de 32, 12 são plantas e 20 são partes.*

*A10Gr1: Isso é que nem as frações né sora?*

*P: Sim! (...) Na verdade... Podemos ver duas frações aqui: frações são sempre uma parte em relação ao total:  $12/32$  que é a quantidade de plantas em relação ao total de elementos e temos  $20/32$ , que é a fração de partes em relação ao total dos elementos. Mas essa fração tá estranha assim, não acham? O que se pode fazer com essa fração?*

*A10Gr1: Sora, se fosse Matemática... Eu acho que dava... Dá pra simplificar, né...*

Desenvolvendo dialogicamente os cálculos, chega-se à fração  $3/8$ , e a professora-pesquisadora demonstra no quadro a equivalência das frações, mostrando que se chegou ao desenho do gráfico.

*AAGr1: (cochicho) Isso é matemática... A gente aprendeu... (inaudível)*

*P: Vamos ver... Vamos pintar aqui... Os três oitavos... E... Olha: realmente:  $3/8 = 12/32$  avos, viram? Agora temos quatro jeitos de escrever os nossos dados sobre as plantinhas e suas partes! Que jeitos são esses? Em forma de texto, e os outros?*

*AAGr1: Em tabela, em... Gráfico de pizza e em fração!*

A crítica a esse aspecto da aula é que a atividade pode induzir os estudantes a pensarem que o gráfico de setores só pode expressar frações (que pressupõem a noção de proporcionalidade), embora se tenha vinculado ulteriormente, em aula, outras situações em que variáveis não proporcionais foram representadas nesse tipo de gráfico. Isso a nosso ver não oblitera a importância do tratamento dos conteúdos científicos por intermédio das representações gráficas que propusemos, pois Junkgenn e Del Pino (2015) destacam a importância de apresentar a lógica da representação gráfica aos estudantes, para a sua formação geral, dizendo que:

um fator que pode ter contribuído com o baixo rendimento na resolução de atividades desta natureza é a pouca familiaridade dos entrevistados com informações apresentadas no formato de gráficos e tabelas. A capacidade de interpretar informações de gráficos e tabelas se constitui numa habilidade tão importante quanto ler mapas, conhecer a linguagem dos símbolos matemáticos ou químicos (JUNKGENN; DEL PINO, 2015, p. 11).

Como já referido, outro conceito que se pode desenvolver, a partir da ideia de proporcionalidade (MENDUNI-BORTOLOTTI; BARBOSA, 2017) é o de escala, e isso de fato ocorreu nas interações, como mostra o enunciado abaixo, constituído a partir da aula Gráficos 2:

*P: Bom, essas datas são semanais certo, então temos que ter o cuidado de colocar elas com espaço igual, entre elas, sempre igual e... Isso aqui também é uma questão de escala.*

*AAGr2: Sora escala como a da balança que tu disse?*

*P: Ah sim, na verdade sim... É... Sim, na medida que... Como a da balança... Ah, como é a escala da balança? Vão lá e olhem... Digam aí pra sora... Como é a escala?*

*AAGr2: Ela tem tracinhos. E números. Uma né sora... Porque a outra é só de número, sem ponteiro.*

*P: Hum... E como esses tracinhos e esses números tão escritos?*

*AAGr2: Tracinho maior bem no meio da... De... Do espaço, dos espaços... E um monte de tracinhos menorzinhos.*

*P: E quanto tem de espaço entre os tracinhos maiores com números?*

*AAGr2: Tem... Dez tracinhos.*

*P: Sempre? Sempre dez tracinhos? Olhem toda a escala.*

*A3Gr2: Sempre sora.*

*P: Aí está o jeito de uma escala! Pra ela funcionar, tem que ser sempre igual, em toda a extensão... Entre um tracinho e outro tem que ter sempre o mesmo tamanho. Em toda ela. Então como é que a gente vai fazer aqui? Desse jeito ó, sempre com o mesmo espaço entre as datas... Então a nossa semana tem esse tamanho aqui ó... E no caderno de vocês, também tem que ter o mesmo tamanho. Vocês vão escolher um tamanho e manter, tá bem?*

*AAGr2: Sora, eu vou escolher o tamanho da borracha, pode?*

*P: Pode! Perfeito! Cada um escolhe um objeto para ser sua base da escala... ou pode ser uma parte do corpo... A ponta do dedo... A unha pra caber no caderno...*

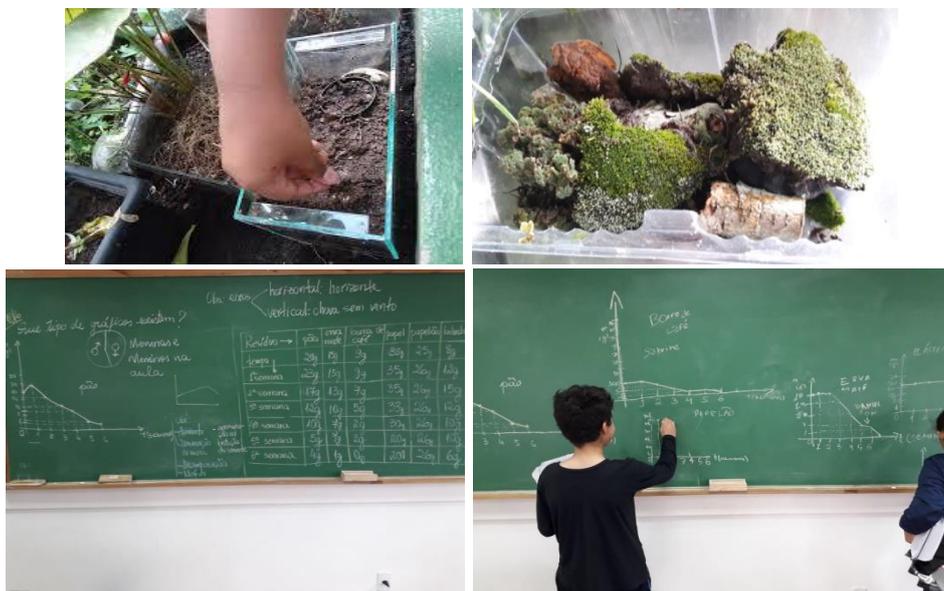
Consideramos muito importante esse movimento de aprender sobre escalas dialogicamente, pois o objeto concreto escala, já conhecida e manipulada, de uma das balanças utilizadas nas pesagens das massas dos resíduos, foi utilizado para que os estudantes pudessem compreender o requisito básico para a construção das escalas nos eixos cartesianos, consoante à ideia de inserir instrumentos conhecidos para facilitar a significação conceitual na ação mediada (WERTSCH, 1998). Nessa atividade, obteve-se a significativa marca de todos os estudantes terem construído suas escalas nos cadernos, chegando alguns deles a terem desenvolvido a noção de legenda, pois anotaram o padrão que utilizaram para a construção. Estas atitudes foram enaltecidas e elogiadas pela professora-pesquisadora, o que resultou posteriormente em elaborações de legendas relativas aos gráficos, pelos estudantes, que mostraram evoluções conceituais. Alguns poucos estudantes portavam régua nesse dia, de modo que as utilizaram com naturalidade (régua já são instrumentos incorporados ao fazer discente), como escalas, fator que causou questionamentos dos demais estudantes, sobre a necessidade de todos usarem régua, ao que se explicou que o importante é que o padrão da escala seja

mantido. Evangelista e Guimarães (2015) explicam a importância de trabalhar com os estudantes o conceito de escala o qual segundo Melo e Bellemain (2006) nem sempre é explorado de forma intencional e sistemática na escola:

Isso pode ser um fator determinante para se justificar a dificuldade dos alunos em atividades que requerem as habilidades de representar, de localizar, de analisar, de comparar e de construir escalas com diferentes intervalos representadas em gráficos de barras e linhas (EVANGELISTA; GUIMARÃES; 2015, p. 119).

Coerentemente com os objetivos propostos nessas aulas, os elementos matemáticos, como signos e símbolos, serviram para que os estudantes aprendessem mais sobre os conteúdos científicos específicos de ensino (classificação dos vegetais e decomposição dos resíduos no terrário), sobre a natureza representacional da Ciência, como atividade cultural humana, sobre seus modos de operar, reconstruindo e modificando o real, como conjunto de atividades teórico-metodológicas que intrinsecamente lidam com representações e particularmente com representações gráficas.

Figura 7: Fotografias das aulas Gráficos 1 e Gráficos 2.



Fonte: Autoria própria.

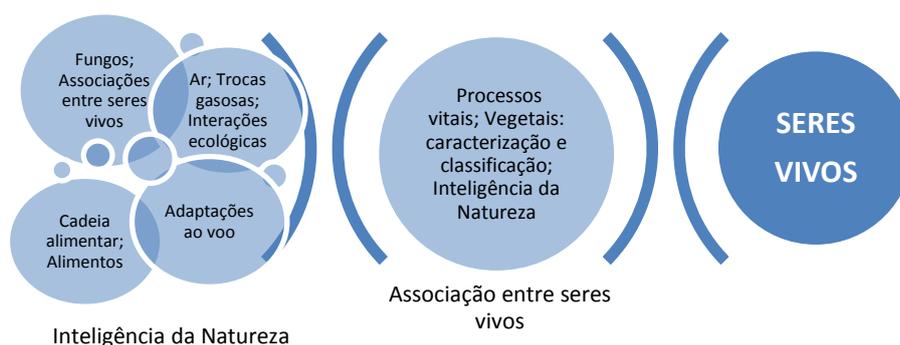
Assim entendemos que a linguagem gráfica mediou e favoreceu o desenvolvimento de variadas formas de pensamento e habilidades, facilitando o entendimento dos estudantes sobre as interconexões entre as disciplinas e entre os conhecimentos científicos na leitura do mundo. Apresentamos a seguir o eixo temático Seres vivos.

#### 4.4. EIXO TEMÁTICO SERES VIVOS

O eixo temático Seres Vivos constituiu-se da junção, por agrupamento, conforme os marcadores discursivos, de vários eixos temáticos iniciais, ou protoeixos: Fungos; Trocas gasosas; Cadeia alimentar; Associações entre seres vivos; Vegetais; Alimentos; Interações ecológicas; Adaptações ao voo; Ar; Inteligência da Natureza. Após os movimentos analíticos, descritos na seção Produção do corpo empírico, constituíram-se três temas das enunciações compondo este eixo temático: Processos vitais; Vegetais: caracterização e classificação; e Inteligência da Natureza, que congregam os enunciados, dos prototemas originais. Por fim incorporou-se a esse eixo temático o tema das enunciações Associação entre seres vivos. Este tema traz aspectos relacionados também ao eixo temático Fenômenos Químicos Físicos, entretanto optamos por localizá-lo no eixo temático Seres Vivos, em razão da sua especificidade ligada aos processos vitais dos seres vivos.

As considerações sobre as dúvidas existentes nos momentos de caracterizar e localizar os temas, nos respectivos eixos temáticos, organizando a escrita, não devem ser interpretadas como indício de compartimentação do conhecimento desenvolvido nesta pesquisa-ação e na sala de aula. Ao contrário, denota-se com isso seu caráter relacional.

Figura 8: 1º e 2º movimentos analíticos de constituição do Eixo temático Seres vivos.



Fonte: Autoria própria

Iniciamos pelo **Tema de enunciação Processos vitais**, refletindo sobre o fato de que interações pedagógicas não dialógicas dificilmente mostrariam, antes da aplicação de instrumentos de avaliação, nuances (e nesse caso equívocos) na formação de significados conceituais pelos estudantes, abrindo possibilidades de a professora

detectar a inadequação da significação e intervir, orientando novos sentidos, como se pode constatar nos enunciados seguintes, sobre dois importantes processos vitais nos vegetais:

*P: ... Elas se reproduzem de um jeito parecido com as briófitas.  
A13Gr1: É elas fazem fotossíntese, porque elas são verdes e são plantas!  
P: Cuidado! Uma coisa é elas **produzirem** seu próprio alimento, o corpo delas, só com o sol e o gás carbônico: fotossíntese! E nutrientes né...*

A professora-pesquisadora dirige-se ao quadro e esquematiza grosseiramente a fotossíntese.

*P: Isso é a **produção**, por isso na cadeia alimentar elas são os **produtores**. Outra coisa é a **reprodução** das plantas! São coisas muito diferentes: A produção do alimento é pra cada indivíduo, cada plantinha, árvore... Enfim, pra cada uma delas se alimentar.  
AAGr1: Mas sora... Tu disse que elas se produzem... Reproduzem... Ah não sei...  
P: A fotossíntese é o jeito que as plantas... Todos os seres do reino Vegetal fazem pra se alimentar. **Pro-du-zi-rem** seu alimento ok? Agora a **reprodução** é outra coisa... É a plantinha gerar um descendente, ou vários descendentes dela. As plantas podem se reproduzir de várias maneiras. Vou dar um tempo pra anotarem isso... Que eu tô achando que isso ficou meio no ar...  
P: (...) Então isso foi a **reprodução** daquela planta. Já a fotossíntese é a **produção** de alimento, que elas fazem só com o sol e o gás...  
A14Gr1: E ajuda o ar né sora...  
P: Isso! Produz oxigênio! Ajuda a manter a composição do ar.*

A professora-pesquisadora não se convence de que a compreensão correta foi atingida pelos estudantes e insiste:

*P: Tem certeza que compreenderam a diferença entre produção de alimento e reprodução? Entenderam que a produção é pra cada indivíduo e a reprodução é pra espécie? Vamos fazer uma analogia! Uma analogia é uma comparação... Vamos comparar com a gente, com nós humanos: uma coisa é a gente se alimentar... Mas aí não é por fotossíntese (...) Outra muito diferente é a gente se reproduzir, certo?  
AAGr1: Claro né sora! Aí é ter filho né.*

Com esta última frase pronunciada pelo estudante parece que os significados de produção e reprodução estão no caminho da apropriação. Segundo Vygotsky (1991) é na ação, quando esta é compartilhada com outrem e acompanhada de liberdade de expressão que se formam os conceitos e se abrem caminhos para o desenvolvimento das funções mentais superiores, em conexão intrínseca entre ação, pensamento e fala.

Resumindo, o aspecto mais essencial de nossa hipótese é a noção de que os processos de desenvolvimento não coincidem com os processos de aprendizado. Ou melhor, o processo de desenvolvimento progride de forma mais lenta e atrás do processo de aprendizado; desta seqüenciação resultam, então, as zonas de desenvolvimento proximal. Nossa análise modifica a visão tradicional, segundo a qual, no momento em que uma criança assimila o significado de uma palavra, ou domina uma operação tal como a adição ou a linguagem escrita, seus processos de desenvolvimento estão basicamente completos. Na verdade, naquele momento eles apenas começaram (VYGOTSKY, 1991, p. 61).

E sobre a variedade de sentidos que podem ser atribuídos aos conceitos, Goulart (2009) explica que:

O diálogo da sala de aula deve possibilitar que se percebam indícios da tensão dos diversos sentidos que os alunos dão às palavras do professor, dos outros colegas e de autores que sejam lidos no processo de aprender determinado conteúdo e também os sentidos que o professor dá às palavras dos alunos (GOULART, 2009, p. 19).

Ainda nas enunciações relativas aos processos vitais nos vegetais, destacamos o enunciado abaixo, no qual novamente a situação dialógica permite descobrir (nesse caso os próprios estudantes, no diálogo) que há pontos de inadequação nas elaborações conceituais:

*P: Quem mais produz gás carbônico, que a gente já viu?*

*AAV: As plantas sora... Na fotossíntese.*

*P: Nããã! Não senhores.*

*AAV (os mesmos): Ah não sora é... Eles usam o gás carbônico.*

*P: Agora sim! Os vegetais usam o gás carbônico na fotossíntese. Então, o gás carbônico na fotossíntese é produto, ou é reagente? De acordo com o que a sora ensinou hoje sobre reagente e produtos? Aqui tá a reação química da fotossíntese.*

*A5V: É reagente.*

*P: Muito bem! Reagente. E aqui estão os produtos: o alimento, que é a razão de ser desse fenômeno, da fotossíntese e o gás oxigênio.*

Aqui se percebe a conexão desse tema, com o eixo temático Fenômenos Químicos e Físicos (tema: Produção de gases, reagentes e reações químicas). Entretanto pensamos que juntar todos os temas, talvez em unidades de escrita ainda maiores, dificultaria a análise e a sua expressão. Mas repetimos que essa compartimentação expressa-se apenas na escrita, sendo que os conhecimentos científicos foram trabalhados em aula, sem essa diferenciação entre os ramos das Ciências Naturais.

No enunciado abaixo, também relacionado ao mesmo eixo, o diálogo novamente estabelece a necessidade de uma correção no curso das interações, pois o esboço da equação que representa a reação química da fermentação, exposto no quadro pela professora originalmente tinha sido escrito como: *fermento + farinha (glicose) + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O<sup>34</sup>*, tendo em vista que a intenção pedagógica era apenas explicar a produção de gás carbônico, como resultado do processo vital do fermento, para o crescimento da massa do pão. Novamente vê-se que as manifestações dos estudantes em sala de aula, são capazes de apontar o

---

<sup>34</sup> O objetivo do esboço da equação química correspondente ao processo de fermentação é auxiliar os estudantes a compreenderem que o gás carbônico é produzido no processo bioquímico da fermentação. Entretanto nessa etapa do ensino ainda não seria adequado, pensamos, focar a estequiometria da reação, uma vez que se trata do 7º ano do Ensino fundamental, antiga 6ª série, quando pela primeira vez os estudantes têm contato sistematizado com conhecimentos químicos.

redirecionamento necessário do curso da aula e do programa de ensino, para que a aprendizagem possa ocorrer dialeticamente. Cumpre-se desse modo um aspecto importante da pesquisa-ação em análise, segundo os temas de enunciação de Bakhtin, sendo que através deles foi possível reconhecermos as formas discursivas (enunciações) que indicaram elaborações e recriações discentes e docentes, conforme objetivo da tese. São as interações discursivas o meio legítimo e facilitador dos movimentos de ensinar e aprender, como se vê abaixo:

*P: Hum caaaalma... Vamos por partes... O cheirinho que saiu do nosso pão é porque além do CO<sub>2</sub>, a fermentação também produz álcool, o cheiro que vocês sentiram é do álcool. Já vou lá corrigir a equação, botando o álcool...*

*AAF: Mas sora... Então? Tem álcool no pão?!*

*P: Pssss gente!! (...) Não fica o álcool no pão, não senhores! Ele se forma e sai, tá saindo, junto com o CO<sub>2</sub>, nas bolhas, entenderam?*

*AAF: Sora, então tu tem que arrumar aí na... Nisso, na equação... Bota a flechinha pra cima, também no álcool...*

*AAF: Sora isso aí é o álcool?*

*P: Pssss gente! É, é a fórmula química do álcool...*

As interações discursivas contêm os signos e os instrumentos mediadores das elaborações conceituais, por isso consideramos muito relevante a recomendação do estudante, expressa no enunciado acima, para a professora corrigir o esboço da equação que representa a reação bioquímica da fermentação, pois isso indica, a nosso ver, que o estudante compreendeu a relação entre o fenômeno e a sua representação, que é o esboço escrito no quadro, além de ter compreendido o fenômeno em estudo.

Segundo Pereira e Lima Júnior (2014), de acordo com a teorização sociocultural, o sujeito estar imerso em atividades ricas do ponto de vista das interações discursivas facilita que ele use signos, sendo a atividade também o elemento mediador da constituição das suas funções mentais superiores. Leontiev (1989) define atividade como: “os processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo” (p. 68), sendo sua função (da atividade), como estrutura, orientar o sujeito no mundo objetivo e sendo sua condição a necessidade (LEONTIEV, 1978).

Segundo esses pressupostos pode-se observar a qualidade das interações discursivas, tendo os signos e a atividade como mediadores, no enunciado abaixo, extraído da aula Fermentação, que se liga ao enunciado subsequente:

*P: E olhem aqui: o que devem ser essas bolhinhas, essas bolhas que já tão saindo aqui?*

*A6F: É o gás sora. Gás carbônico.*

*(...) A12: Sora, porque vai açúcar também?*

*P: Ah boa essa pergunta!! Olha aqui pessoal, presta atenção todo mundo: Por que será que a gente vai pôr... Tá botando açúcar? O que vocês acham? Será que com essa quantidade aqui de açúcar, no copinho, pra essa quantidade de farinha, será que é pro pão ficar doce?*  
*A3F: Não! Pro pão ficar doce tem que por muito mais, muito mais açúcar sora. Eu sei fazer pão doce!*

Nesses enunciados vê-se a curiosidade epistemológica, que evolui a partir da curiosidade ingênua, pelo exercício da dialogia crítica e rigorosa (FREIRE, 1996), acima sendo provocada pela professora-pesquisadora; e abaixo sendo exercida pelos estudantes. Em ambos os casos, sustentamos que essa curiosidade é proporcionada pelo ambiente das interações, pois, signos são ferramentas psicológicas, que inseridas/utilizadas na ação produzem mudanças substanciais nas possibilidades de compreensão (VYGOTSKY, 1991), proporcionando aprendizagens.

*A13F: E sora... Então ele... o fermento se alimenta de... De quê?*  
*P: Pois é eu devolvo a pergunta pra todos, pra todo mundo: pssss! Silêncio que tem uma pergunta importante aqui: afinal o Saccharomyces se alimenta de quê?*  
*A5F: Só pode ser de farinha e de... Sora de açúcar também?*  
*P: Bingo! Claro! O Saccharomyces se alimenta da farinha e do açúcar! Na real, a farinha já tem açúcar, olha aqui... Isso é açúcar... E o resíduo dessa alimentação dele... É o quê?*  
*A14F: O gás carbônico ora!<sup>35</sup>*

A aula Fermentação encerra-se com os estudantes levando os pães produzidos para assar na cozinha da escola e depois disso, um grupo grande de estudantes segue na escola após o término da aula, esperando o pão assar. Um pouco depois, foi feita uma breve confraternização com pão e suco, e ainda houve distribuição dos pães que sobraram entre os estudantes, alguns foram levados para casa, e os restantes foram colocados na sala das professoras, para o lanche das professoras do turno da tarde, também alguns foram distribuídos para as colegas da cozinha. Pode-se dizer que a confecção de pães nesse dia movimentou a escola, pois o perfume deles espalhou-se, provocando os sentidos, dando ciência a todos de que a atividade estava acontecendo, e aguçando as percepções sobre a educação científica na escola.

Abaixo discutimos enunciados formados pelo **Tema de enunciação Vegetais caracterização e classificação**, constituídos nas aulas Gráficos 1 e Gráficos 2:

*A3Gr1: Sora mas vai bater e tem ainda todas essas aqui pra gente saber!... Separar...*  
*P: Ah mas calma, calma! Procurem no livro, quantos grupos além desses três ainda tem... Quantos?*  
*AAGr1: Agora só tem o das (...)*  
*P: Esse nome é o mais fácil! Vamos lá...*

<sup>35</sup> Esse excerto, na dialogia da aula, é anterior à interação na qual se estabelece que também o álcool é um produto da fermentação.

*A13Gr1: Angiospermas.*

*A16Gr1: É olha sora! Aqui, na outra folha, tem os quatro grupos! São só esses mesmo!*

*P: Isso! Esse é o único grupo que falta. Pronto: todas as outras plantas que colhemos, são angiospermas! Agrupem elas onde acharem melhor. Pronto! Temos a classificação das nossas plantas, que colhemos, que é também a classificação geral, científica dos vegetais!*

Dada a surpresa que as estudantes desse grupo e dos grupos próximos demonstraram, ao compreender que a classificação feita em aula, dos exemplares colhidos pela turma é a mesma ‘classificação científica’ e que o grupo das Angiospermas reúne a grande maioria das espécies de plantas, pensamos que esses movimentos de aprender foram significativos para os estudantes. E também pensamos que esses movimentos não teriam lugar em uma aula instrucional, pois em aulas desse tipo ocorrem visivelmente movimentos de ensinar; quanto aos movimentos de aprender, não são considerados, sendo que a aprendizagem, como fato, é geralmente detectada e auferida *a posteriori*, nas ocasiões de aplicação dos instrumentos de avaliação.

Esse movimento discutido reforça a noção construtivista de que de pouco adianta fazermos comunicados pedagógicos sobre Ciência aos estudantes, esperando que essas mensagens transformem-se em construções conceituais (CHEVALLARD, 2013). A compreensão positivista está na raiz desse problema epistêmico que dominou por muito tempo tanto a Ciência, como a educação científica. Sobre a própria produção da Ciência diz-nos Chalmers (1993): “conceitos obtêm seus sentidos, ao menos em parte, do papel que desempenham numa teoria” (p. 100), enfatizando que a formação de um conceito depende de outro conceito, enquanto é impossível que conceitos constituam-se a partir da simples observação, é inócuo e infrutífero que se formem a partir de definições (CHALMERS, 1993). Observe-se aqui o paralelo entre a formação conceitual mediada no indivíduo e nos grupos humanos (VYGOTSKY, 2001) e a formação dos conceitos e teorias no âmbito da produção científica.

O enunciado seguinte estabelece conexões entre teorização e experimentação; realidade e representação; particular e geral, por meio de teorização dialógica, como instrumento para cercar o objeto de estudo, de modo a propiciar possibilidades ampliadas de compreensões, mostrando a importância de associar atividades ao próprio experimento, que não tem ele mesmo objetivo de descoberta, mas deve estar associado a outras formas de acessar informações, que interligadas dialogicamente, coletivamente, produzirão conhecimentos novos no grupo, que serão internalizados individualmente, fazendo sentido para os estudantes envolvidos.

*P: Alguém já achou a resposta que estamos procurando... Se os musgos são todos pequenos, ou se só o nosso é pequeno? (...) Vamos nos concentrar nessa procura, dessa informação. (...)*

*AAGr1: A gente achou! Tá bem aqui...*

*AAGr1 (outro grupo): Nós também sora: elas têm 2 a 3 cm.*

*AAGr1: Eles não têm vasos... Vasos condutores de nutrientes. Quê isso sora? Vasos de nutrientes...?*

*P: Isso! (...) Por isso eles são pequenos, o transporte de nutrientes é feito entre uma célula e outra. Vocês lembram do metabolismo celular que estudamos né?...*

*AAGr1: Por isso sora, elas não crescem mais. Mas as nossas, essas pite... Elas têm essas veias, então elas são bem maiores.*

*P: Isso! As pteridófitas têm vasos condutores de nutrientes, por isso elas podem ser maiores...*

A professora-pesquisadora explica as trocas de fluidos nas células, por meio de um modelo de célula confeccionado pelos próprios estudantes em aulas anteriores, relembrando que para as células do musgo ou de qualquer ser vivo funcionarem devem entrar e sair substâncias. Assim em plantas grandes há vasos condutores de nutrientes, comparando-os a veias, artérias, explicando que as plantas grandes podem crescer, em virtude de terem esses vasos. As briófitas por não terem essas estruturas, os seus fluidos corporais migram de célula a célula, justificando, desta forma seu tamanho pequeno. Ela rabisca no quadro esboços de células vegetais, com setas representando substâncias saindo e entrando nas mesmas. Nota-se que esses procedimentos docentes fizeram-se necessários para amparar a busca dos estudantes, pela informação sobre o tamanho das plantas em questão, as briófitas. Assim a generalização foi obtida mediante consulta ao conhecimento já existente, num movimento de inferência dedutiva (CHALMERS, 1993).

Mais uma vez percebe-se que estar em atividade, com mediação de artefatos/instrumentos e signos coletivamente (VYGOTSKY, 1991, 2001; WERTSCH, 1998) é um fator decisivo para que as interações verbais evoluam no sentido de refinar e adequar as compreensões, como também pode ser constatado no enunciado abaixo, que demonstra entre outras características, a horizontalidade de relações pessoais, pois a professora esquece-se de um nome científico e o estudante socorre, encontrando-o e pronunciando-o. Entretanto essa horizontalidade não prejudica a autoridade da professora-pesquisadora, no papel de conduzir os movimentos de ensinar, em relação a quem está no caminho de construir conhecimentos. Desencadeia-se então com os estudantes, processos de inteligibilidade do mundo, pela via dialógica, sendo esta para (FREIRE, 1996) a função da escola: “Uma das tarefas essenciais da escola, como centro

de produção sistemática de conhecimento é trabalhar criticamente a inteligibilidade das coisas e dos fatos e a sua comunicabilidade” (FREIRE, 1996, p. 140).

A mais significativa aprendizagem acerca da classificação dos seres vivos, não foi a classificação em si; mas a oportunidade de cotejar os diversos aspetos dos grandes grupos de seres vivos, comparando-os, o que levou os estudantes a chegarem a compreender que a classificação depende de fatores como: a configuração da célula (procariontes ou eucariontes), a quantidade de células do organismo (unicelular ou multicelular) e o tipo de processo alimentar (autotróficos ou heterotróficos), além de terem percebido associações entre as espécies, que aparecem posteriormente no tema de enunciação Associações entre seres vivos, ainda neste eixo temático. Assim todos esses signos e instrumentos demonstraram indícios de aprendizagens e evoluções conceituais.

Passamos ao **Tema de enunciações Inteligência da Natureza**, composto por enunciados da aula Aves – Adaptações para o voo, a partir do estudo, em grupos, de um material didático preparado pela professora-pesquisadora, constando de ilustrações esquemáticas do corpo dos pássaros, relativas ao voo. Em todas as ilustrações há menções gráficas sobre o ao ar. A orientação dada foi para que em primeiro lugar os estudantes analisassem as ilustrações, colorindo-as (as reproduções feitas na escola nem sempre tem qualidade boa, e nunca são coloridas) e ao realizarem essa tarefa, escolhessem uma das ilustrações para estudá-la mais detidamente, elaborando um pequeno texto sobre ela, procurando inserir conceitos já estudados sobre as aves, uma vez que nessa aula pretende-se encerrar esse conteúdo. Entretanto o trabalho nesse material só se inicia depois de uma revisão geral sobre os vertebrados estudados até o momento, no qual se observam relações dialógicas interessantes no escopo da pesquisa. Eis os primeiros enunciados constituídos, depois de um tempo que os estudantes utilizaram para colorir e analisar o material didático fornecido pela professora-pesquisadora:

*P: E aí, tudo pronto?*

*A5Av: Calma sora! A gente tá fazendo aqui... Tu vai gostar... Tu até vai querer dar ponto pra nós!*

Esse enunciado tem valor quase sentimental para esta professora-pesquisadora, porque denota um reconhecimento dos estudantes ao ‘jeito pedagógico de ser’ da professora, pois mostra, por um lado, que os estudantes estão compenetrados e confiantes na qualidade do próprio trabalho; e por outro lado confiam que a professora irá reconhecer esse trabalho, lembrando o valor da amorosidade que Freire (1996)

indica-nos como uma das exigências<sup>36</sup> das boas práticas de ensino. Seguem-se as interações:

*P: Ok, vamos lá! E aí? O que compreenderam desse material?... Que pontos acharam importantes? Onde ficaram com dúvidas? Onde acharam estranho?*

*A3Av: Ah sora eu e a Didi achamos uma coisa aqui, mas não é estranho, é legal... Que todos<sup>37</sup>... Botam o ar... Como importante... E é importante mesmo né porque elas voam no ar, né?*

*P: Muito bem! E onde tem ar? Só por fora, envolvendo os pássaros representados?*

*A5Av: Não sora. Tem esse aqui que a gente achou o mais legal, a gente vai pintar só ele... Porque a gente escolheu esse como o mais... O que tem tudo que tem nas outras... Tem ar entrando e saindo do corpo deles e tem essas flechinhas que tão dizendo onde o ar vai...*

*P: Hum, bom... Mas, no nosso corpo também tem ar entrando e saindo... E a gente não voa.*

*A5Av: Ah mas aí é só na respiração, né...*

*P: Hum... E nos pássaros?*

*A6Av: É como se... O ar não fica só no pulmão... E volta, aquilo que tu explicou da respiração dos animais, que pega o ar, e a gente também... E aproveita o oxigênio, e manda pro sangue e devolve o outro...*

*A12Av: Carbônico.*

*A6Av: É. Aqui nos desenho... Nos passarinho, o ar não volta do pulmão... Ele volta um pouco... Mas ele vai mais, pra dentro... Pros ossos e pros... Essas coisas aqui.*

*P: Muito muito bem! Vocês foram no ponto mais importante realmente. Realmente eu vou querer dar pontos pra vocês! É exatamente isso: nas aves o ar ocupa mais partes do corpo, do que nos outros vertebrados: o ar ocupa os ossos delas e os sacos aéreos, que são extensões dos pulmões. Atenção: todo mundo presta atenção aqui. Sublinhem esses aspectos que os colegas tão dizendo. Muito bem guris!*

*AAAv: Sora anota aí os nossos pontos.*

Ao final do enunciado vê-se que a professora de fato reconhece o valor do trabalho discente, dando à sala de aula um aspecto de espaço de trabalho, superando a aula em forma de auditório (PEREIRA; OSTERMANN 2012), como é corrente. Assim, a característica marcante desses diálogos é a intensa participação dos estudantes, que inserem palavras no discurso alheio (BAKHTIN, 2006), comparados a enunciados anteriores, nos quais as suas intervenções eram menos frequentes e mais curtas, dependendo mais das intervenções docentes. Muito embora a evolução dos enunciados não seja linear, uma vez que há fatores de diversas origens em movimento no evento aula, como já explicitado. Assim, apesar desses pontos positivos destacados, ocorrem intervenções discentes com variados graus de apropriação conceitual e de percepções e opiniões sobre as dinâmicas estabelecidas. Seguem-se enunciados constituídos nesta mesma aula:

<sup>36</sup> Como é sabido, o livro *Pedagogia da autonomia*, compõe-se de 27 subtítulos que trazem a frase: ‘ensinar exige...’ (FREIRE, 1996).

<sup>37</sup> A estudante se refere aos quadros do material preparado pela professora (folhinha, no jargão dos estudantes), ilustrado por desenhos esquemáticos relativos ao voo das aves.

*A2Av: Sora a gente achou isso aí também legal... Mas a gente leu aqui, no outro<sup>38</sup>... Que esse ar que vai... Tipo eles podem... (...) Esse ar que entra mais pra dentro do corpo... Deles... Quando eles querem pousar, ou levantar... Voar... Eles... Podem regular... A quantia de ar quando eles querem descer... Pousar.*

*AAAv: Aí eles ficam com menos ar... Dentro.*

*P: Muito bom! (...) Isso é muito importante mesmo! Então isso que as gurias tão apontando, na verdade complementa o anterior... Então as aves não só levam o ar que elas respiram além do pulmão, pros sacos aéreos e os ossos pneumáticos, como também elas podem regular automaticamente esse movimento de ar. É o sistema nervoso delas que faz que elas sejam capazes... Que elas possam fazer isso. Pneumáticos, tá aqui ó: não quero escrito errado...*

No enunciado acima vemos que a professora, após elogiar e externar contentamento pela construção conceitual demonstrada, imediatamente insere uma nova informação: ‘*é o sistema nervoso delas que faz...*’, aspecto que volta ao diálogo, como se verá em enunciados seguintes:

*A14Av: Tem aqui nesse outro sora... Diz que elas têm um osso no peito... (...)*

*P: Isso! Elas, só as que voam, têm a carena, o osso carena, é tipo uma quilha... Quem já viu quilha de barco?*

*AAAv: Eu vi sora, eu vi...*

*P: Então a carena é tipo uma quilha. Pra quê que serve a quilha do barco, quem sabe?*

*A13Av: É pro barco andar mais rápido.*

*P: Perfeito! É isso aí, por barco poder vencer a resistência da água e se deslocar mais rápido. E o osso carena nas aves também tem a mesma função, fazer elas rasgarem o ar com mais facilidade. (...) E o osso carena também tem a função de prender os músculos do peito das aves que é um músculo forte, que regula a abertura das asas delas.*

O enunciado acima mostra manifestações discentes em que os envolvidos esforçaram-se muito para efetivar, dando a impressão que eles queriam, mesmo sem estarem muito certos das suas formulações conceituais, participar das interações, sendo que a participação do estudante A13 é muito significativa, pois ele protagonizou uma discussão com a professora<sup>39</sup>, nessa mesma aula, posicionando-se em tom irônico em relação às manifestações dos colegas e criticando as dinâmicas dialógicas estabelecidas, o que nos remete novamente ao diagnóstico já mencionado de Tardif (2005), sobre as defesas que os estudantes constroem para moverem-se no ambiente escolar.

Ainda sobre a participação do estudante A13, pensamos que a menção a algo já conhecido por ele (a quilha de barco) pode ter facilitado a sua participação, remetendo à necessidade apontada por vários pesquisadores em ensino de ciências (MALDANER, 1995, 2014; SCHNETZLER e SANTOS, 1997; PIETROCOLA, 1999; SCHNETZLER,

<sup>38</sup> Uma das representações esquemática sobre as aves.

<sup>39</sup> Essa discussão é mostrada no eixo temático Visão discente sobre as vivências escolares, na página 55.

2002; YOUNG, 2016; RITTER, 2017) de aproximar os conteúdos de ensino, da realidade vivenciada pelos estudantes.

Seguem-se as interações, encaminhando na aula Aves uma importante discussão, de cunho ecológico, culminando na configuração de fato do tema das enunciações Inteligência da Natureza, constituído nas interações expressas abaixo:

*A9Av: Mas sora... Isso que elas<sup>40</sup> puxam o ar e regulam... Quanto de ar... Elas ficam... No corpo...?*

*AAAv: Elas vão regulando... E pra elas ficarem no nível que elas querem voar, na altura... Elas também têm que... Como que elas ficam sabendo... Do ar esse, essa força que empurra elas pra cima?*

*P: Hum, ah isso é o sistema nervoso delas que capta as condições externas, do ambiente e elas têm mecanismos... Jeitos,... Funções no corpo que permitem elas fazerem isso. Entendeu? Por exemplo, nós... Vocês vão aprender isso no ano que vem, no 8º... Mas nós e os outros animais, e até os vegetais, temos mecanismos que fazem a gente perceber o ambiente e isso guia a gente, as nossas ações. (...) E as aves, elas têm jeitos diferentes, o sistema nervoso delas, tipo... Leva em conta essas variáveis que tu disseste: o ar que está fora delas, se tem vento, se está parado, que altura elas tão, pra que elas possam agir... Mas essa ação delas... É automática... Isso é um tipo de inteligência da Natureza.*

No escopo da Educação Ambiental, que deve estar em todas as disciplinas perpassando-as (BRASIL, 1997; BRASIL, 1999) devem ser desenvolvidos conceitos relativos à sustentabilidade do planeta no presente e para as gerações futuras, ancorada na ideia de agir localmente; pensando globalmente (BRUNDTLAND, 1988), na perspectiva do desenvolvimento de relações sociais igualitárias, preservadoras e respeitadas para com todas as formas de vida. Para concretizar esses objetivos faz-se necessário desenvolver compreensão sobre as mútuas dependências entre os seres vivos e destes com o mundo físico e o mundo cultural humano, além da dependência dos seres humanos, em relação à Natureza. Nesse intento é importante promover, na escola, reflexões que envolvam a Natureza, como ente dotado de qualidades a serem conhecidas, admiradas e respeitadas. Compreende-se a Natureza como situada em uma matriz maior que é o meio ambiente, onde existimos e atuamos, integrando aspectos naturais, sociais, científicos, culturais e econômicos<sup>41</sup>. A expressão inteligência da Natureza, que nomeia este tema das enunciações surgiu do diálogo, como mediação docente, ensejando a oportunidade de exercitar conceitos relativos à educação

<sup>40</sup> A estudante refere-se às aves.

<sup>41</sup> Pereira (2016) propõe a Ecologia Cosmocena, na qual reflete sobre o papel do ser humano frente à Natureza, (re)localizando-o como ente que deve rebuscar sua pertença ao mundo natural, não estando acima nem fora da Natureza, compreendendo-se como parte dela, buscando conduzir suas ações de acordo com a lógica dos processos naturais.

ambiental, que deve ser tratada em todos os níveis de ensino, abrindo possibilidades a reflexões como a que segue:

*A2Av: Eu pensava que só o humano, a gente tinha cabeça... Inteligência assim...*

*P: Então: inteligência como a nossa, humanos, só nós temos... Com linguagem... Desenvolvida. Por isso é que podemos pensar todas essas coisas e... Comunicar... Mas avaliem bem: vocês não acham que tudo isso que a gente aprendeu sobre as aves, como elas funcionam... Isso pra vocês não é um tipo de inteligência da Natureza?... E outra coisa... Repararem que as aves tem uma habilidade que nós humanos copiamos pra fazer também... Que habilidade é essa?*

*A3Av: É voar sora.*

*P: Isso mesmo, nós humanos copiamos o jeito de voar das aves... E tem vários jeitos de voar...*

Quanto ao uso da palavra inteligência, para nos referirmos a uma qualidade costumeiramente atribuída ao humano, valemo-nos do próprio Vygotsky (2001), que ao cotejar trabalhos teóricos e experimentais de naturalistas e psicólogos para desenvolver sua teoria sócio-histórico-cultural da aprendizagem, admite a inteligência dos animais, diferenciando-a da inteligência humana, pela intencionalidade especificamente humana de representação, ou seja, nós humanos somos os únicos a intencionalmente, através da linguagem simbólica, representarmos objetos do mundo real, via o uso de signos:

Por agora, apenas desejamos confirmar que não há boas razões para negar a existência, nos animais, de uma inteligência e uma linguagem embrionárias, do mesmo tipo da dos homens que, se desenvolve, também como nos homens, segundo trajetórias separadas (VYGOTSKY, 2001, p. 46).

Anteriormente no eixo temático Fenômenos Físicos e Químicos, ao tratar do tema densidade, tangenciou-se o aspecto das estratégias naturais dos seres vivos, quando se discutiu a eficiência do voo das aves. Ainda na aula Aves surgiram temas das enunciações relativos a outros aspectos característicos das aves, como o fato de serem bípedes emplumados, sem dentes, aptas a impermeabilizarem-se e serem homotermos, conceitos estes sempre construídos, tendo em vista relações de comparação entre as aves e os outros vertebrados já estudados.

Passamos ao **Tema de enunciação Associações entre seres vivos**, com enunciado que desencadeia o tema iniciando-se com os estudantes e a professora-pesquisadora trazendo conceitos já estudados, na aula Fermentação e encaminhando novas construções conceituais:

*P: (...) Então, agora estamos falando de outro gás. Não é dos gases envolvidos na fotossíntese e na nossa respiração, que são o oxigênio e o carbônico. Nem na fermentação, que fizemos hoje, no pão. Se não sabem, vão pesquisar no caderno...*

(16s silêncio)

*A18F: Ah sora é aquele que as... Aquela, que se associa... Na raiz, que é uma associação com as raiz... E aí elas podem pegar, tipo aproveitar o gás... Que não conseguem pelas folhas...*

Observa-se o caráter claudicante da fala do estudante, sem ainda nomear o conceito em questão, que é o do gás nitrogênio. Essa característica observada nas falas de alguns estudantes pode dar-se em razão do teor relacional das interações, nas quais os conceitos vão se sucedendo, em relações de complementação ou contraposição, obedecendo à lógica dialética e dialógica que orienta a pesquisa (FREIRE, 1996; BAKHTIN, 1997, 2006; VYGOTSKY, 1991, 2001). Seguem-se as interações dialógicas, nessa mesma aula, com intervenções de outros estudantes:

*A1F: Associado é o líquen... Cinza, que a gente pegou uma cascona bem grande, que tinha eles... E trouxe pra cá.*

*P: Hum... Sim! Essa é uma associação entre um fungo e uma alga, a alga faz fotossíntese pros dois e o fungo fixa eles. Mas é de outra associação que estamos falando, é associação de fungos nas raízes das plantas... Lembram que a sora trouxe um pedaço de raiz e tinha...*

*A18F: Ah eu lembro eu lembro sora! São umas bolinhas, nas raiz...*

*P: Isso! Então, que gás é que essa associação de fungos e raízes aproveita? Então falta nós buscarmos o nome do gás. E o nome dessa associação... Que pega o gás que está faltando e transforma ele em nutrientes pras plantas.*

*(silêncio 18s)*

*AAF: Ah... Eu sei... Elas pegam do chão... Que tem... Dentro do chão, solo... E levam... E as plantas podem pegar pelas raízes...*

Neste enunciado, os estudantes já utilizam um conceito mais científico (solo), mas as tentativas de explicações ainda continuam vacilantes e interrogadoras, como na sequência apresentada abaixo. Entretanto o diálogo demonstra que eles estão fazendo conexões entre os fenômenos e as situações estudadas, via linguagem verbal (VYGOTSKY, 1991; 2001).

*A1F: Por isso que tem que entrar ar no chão né sora?...*

*P: Isso muito bom! E agora só falta então o nome do gás.*

*A1F: Por isso que a gente botou minhocas no terrário sora... Pra elas, assim... Fazerem buraquinhos e entrar o ar.*

*P: Muito bom! Isso mesmo! Elas aram o solo. E aí o solo fica aerado. Aerado: com ar.*

Na sequência os estudantes, ao mesmo tempo participam do diálogo e procuram nos cadernos e livros os conceitos que nomeiam os fenômenos em estudo: nitrogênio e micorrizas, resultando por vezes em equívocos corrigidos pela professora, como abaixo:

*A18F: Mas no terrário... Hidrogênio sora!*

*P: Não! Não mesmo! Hidrogênio é explosivo, inclusive. E ele... Pelas características... Pelo jeito dele, não tem hidrogênio livre no planeta Terra, só associado a outros elementos como na água.*

*A18F: Ah sora, não é esse. É... É nitrogênio. Ni, com N.*

*P: Agora sim! Nitrogênio! Este aqui, ó, (aponta no texto as características do gás nitrogênio) bem diferente do hidrogênio. E no texto de vocês também tem*

*esses dados... A associação de fungos com as raízes que conseguem com o Nitrogênio do ar, produzir nutrientes... E assim vai entrar na cadeia alimentar, fazendo o ciclo do Nitrogênio. Como é o nome dessa associação?*

*A3F: Eu sei!... Já to achando aqui... Micorrizas.*

*P: Isso! Micorrizas! É a associação de fungos com as raízes das plantas, de algumas plantas, para, com o gás Nitrogênio, fabricar, sintetizar ureia que é nutriente pro solo. Muito bom! Nitrogênio, aquele que tem em maior quantidade na atmosfera... Aqui na troposfera...*

Del Pino e Jugkenn (2009) em pesquisa sobre as capacidades interpretativas de estudantes do ensino fundamental apontam que em relação à respiração humana, a “grande parte dos estudantes considera que todo o ar inspirado é oxigênio e o expirado é gás carbônico, considerando a percentagem de oxigênio [e do] gás carbônico [ ] como quantidade total de ar inspirado ou expirado” (DEL PINO; JUNGKENN, 2009, p. 8). Os autores, baseados nessa constatação, enfatizam a importância do tratamento integrado e por meios diversos, de questões como a composição da atmosfera e a respiração humana e dos animais.

Ao final da aula Fermentação construiu-se, uma tabela com intuito de facilitar a sistematização dos conteúdos, por meio de conceitos envolvendo trocas gasosas nos processos vitais dos vegetais, dos animais e dos fungos. A tabela, que expomos abaixo, foi confeccionada no quadro da sala de aula, coletivamente com os estudantes, consoante com a noção de que ideias e conceitos necessitam ser trabalhados, burilados por diferentes meios (WERTSCH, 1998) para que possam ser apropriados pelos estudantes, servindo como signos mediadores das compreensões, e promotores do desenvolvimento das funções mentais superiores, sendo que, para o autor, segundo Pereira e Lima Júnior (2014) os “principais pontos de “viragem” no desenvolvimento envolvem mudanças nas formas de mediação utilizadas” (p. 530, aspas no original).

Em termos da sistematização da escrita, cogitamos expor os temas relativos à associação entre seres vivos no eixo Fenômenos Químicos e Físicos (tema das enunciações Produção de gases, reagentes e reações químicas), em função das equações químicas utilizadas para explicar as trocas gasosas, demonstrando mais uma vez o caráter híbrido e encadeado dos temas das enunciações. Mas, optamos por alocá-los neste eixo temático em razão de serem processos intrínsecos dos seres vivos.

Tabela 9: Resumo dos processos vitais estudados na aula Fermentação com as respectivas trocas gasosas.

Processo	Onde ocorre	Gás	Reagente\ingrediente ou produto\resultado
Fermentação	Fabricação de pão, cerveja, vinho	Carbônico	Produto\resultado

Respiração humana e de animais	Sistema respiratório	Oxigênio	Reagente\ingrediente
		Carbônico	Produto\resultado
Fotossíntese	Folhas verdes (estômatos)	Carbônico	Reagente\ingrediente
		Oxigênio	Produto\resultado
Nitrogenação (ciclo do N <sub>2</sub> )	Micorrizas	Nitrogênio	Reagente\ingrediente

Fonte: Autoria própria

Mais indícios do caráter relacional das interações dialógicas veem-se no enunciado abaixo, constituído de interações do início dessa mesma aula Fermentação:

*P: Ok, revisamos a cadeia alimentar, a fotossíntese, a ação dos decompositores, mas a minha pergunta ainda não foi respondida... Onde é que tem produção de CO<sub>2</sub>? Produção, não consumo. Vocês me responderam uso do CO<sub>2</sub>, o gás carbônico, uso, consumo, mas e a produção...?*

*(23s silêncio e cochichos)*

*A9F: É nós sora. É a gente que produz... Esse, que tu perguntou, o carbônico.*

*P: Isso! Nós e os outros animais né. Nossa respiração usa o oxigênio que as algas e plantas produzem, que entra no nosso corpo e vai pras células e gera energia... E disso tudo, desse processo, resulta o gás carbônico, o CO<sub>2</sub>. Todas as... A respiração de todos os animais é isso aí.*

Essa revisão mencionada compõe a sistematização demonstrada na tabela 9.

Finalizando este eixo temático, trazemos um enunciado relacionado a relações ecológicas que deixa clara a importância de o estudante compreender o caráter da Ciência como construção humana intencional, uma vez que a consideração de alguns seres vivos, como bioindicadores evidencia-se como fruto de uma construção científica, uma interpretação de como se comporta o mundo natural, com objetivo específico, nesse caso, um objetivo de controle e utilização de processos vivos. Entretanto essa consideração não deve resvalar para a consideração da Ciência como tecnologia, com estrito valor de uso, ou seja, como uma aplicação prática, que se desenvolve em função de um interesse imediato, embora a relação entre ambas exista.

*AA: Sora a Myara achou aqui... (...) Ela achou que elas<sup>42</sup> atuam na... Fixa... Fixação do solo (lendo) e também são bio... Bio, aí esse nome não dá...*

*P: Dá sim! Vamos ler com calma, que dá!*

*AA: Indicadores, bioindicadores!*

*P: Isso! Bioindicadores. E a fixação do solo... O que vocês entendem que é isso gente?*

*AA: É que tipo... deixa grudado sora?*

*P: É. Vocês podem entender assim: elas impedem que o solo fique solto e deslize... Com a chuva. Elas prendem a superfície do solo, deixam o solo grudado, como disse a colega.*

*A10: Que nem as que ficam na beira do rio né sora?*

*P: Isso! Mata ciliar (...) E bioindicadores vocês sabem... Que estudamos que os líquens também são bioindicadores de poluição... Lembram?*

<sup>42</sup> A estudante se refere às plantas do grupo das Briófitas.

*A12: Sora isso é aquilo que se tem poluição, se começa poluição eles morrem, porque eles não aguentam...*

Figura 9: Fotografias de produções dos estudantes e da saída de campo.



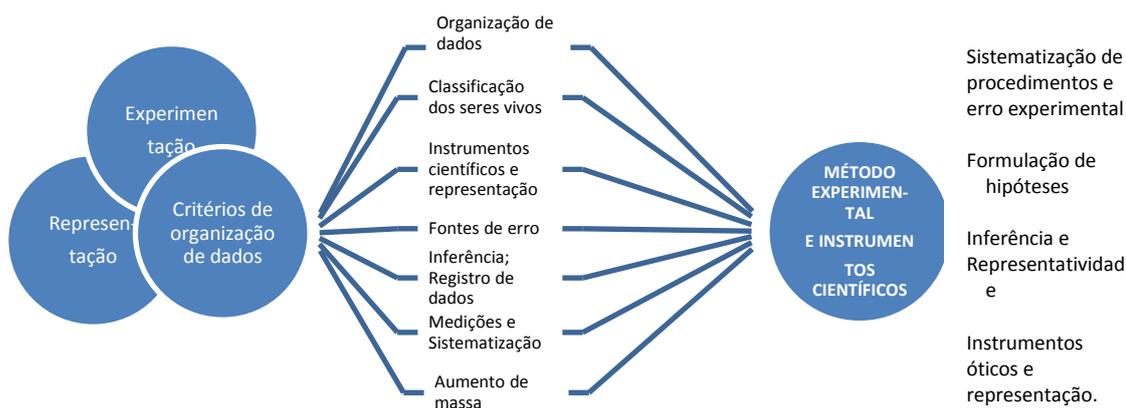
Fonte: Autoria própria

Encaminhamos, a seguir, reflexões sobre os temas das enunciações relativos ao eixo temático Método experimental e instrumentos científicos.

#### 4.5. EIXO TEMÁTICO MÉTODO EXPERIMENTAL E INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS

O movimento de formação deste eixo congregou temas que a princípio estavam distribuídos nos protoeixos Critérios de organização \ Classificação; e Representação, além dos temas originalmente alocados no protoeixo Experimentação. Por meio dos movimentos descritos na seção 2.1. (Produção do corpo empírico), o eixo temático Método experimental e instrumentos científicos passou a congregiar os temas das enunciações: Sistematização de procedimentos e erro experimental, Formulação de hipóteses, Inferência e representatividade e Instrumentos ópticos e representação.

Figura 10: 1º e 2º movimentos analíticos de constituição do eixo temático Método experimental e instrumentos científicos.



Autoria própria.

Demonstramos abaixo o **Tema de enunciação Sistematização de procedimentos e erro experimental**, iniciando-se no enunciado abaixo:

*A4 Gr2: Agora só falta os plásticos, sora, mas não tem graça<sup>43</sup> porque tu fez a gente pesar eles sempre, e eles sempre deram o mesmo peso! E a gente até fez esse fardo aqui, que tu disse que podia, deu sempre 17 gramas... Não, uma vez deu 19, mas tu disse que isso era erro da experiência. Porque se tu for ver mesmo, eles nunca mudaram nadinha. É isso que tu disse, eles não têm quem... Tipo transforme eles em nada... Então vai ficar sempre assim.*

*P: Muito bem! Então vamos registrar aqui os valores de 17 gramas em todas as datas, e numa que deu 19. Qual data deu 19?*

*A7Gr2: A gente nem sabe sora, a gente nem anotou, porque tu explicou isso da mão, que pode ter tremido, ou ter uma sujeirinha na balança, mas na real, é 17 mesmo. Foi erro... Erro... Da experiência que tu disse...*

<sup>43</sup> O estudante refere-se à confecção do gráfico dos plásticos, a partir das medições (medidas) dos valores de massa dos plásticos depositados no terrário, feita pelo seu grupo.

Esse enunciado traz, entremeadado o tema *decomposição*, que poderia compor o eixo temático Seres vivos (processos vitais). Entretanto os diálogos são fluidos e relacionais como já referido, de modo que os assuntos interconectam-se, conferindo aos temas das enunciações seu caráter, ao mesmo tempo único e híbrido. Outro enunciado que traz a decomposição em seu bojo, mas nasce de reflexões sobre sistematização de procedimentos, vê-se abaixo:

*A4Gr2: Sora, vamo tirar esses plásticos daqui?... Eles só atrapalham.*

*P: Hum, por que eles só atrapalham?*

*A4Gr2: Porque eles ficam sempre igual. Cada vez que a gente pesa eles tão igual... Só varia aquilo que tu explicou... Erro, do dia, da mão, da leitura, aqui na coisinha da balança. Bem pouquinho.*

*P: Não é coisinha, é escala. Escala é o instrumento de medida. É com a escala que se mede, no nosso caso medimos massa (...) E outra coisa, a gente tá fazendo um monitoramento das transformações dos materiais que botamos no terrário. Então se um dos materiais não se decompôs, a gente não pode simplesmente botar ele fora. A gente tem que pensar sobre por que não aconteceu nada com ele... (...) Porque nesse caso, não ter ocorrido nada é muito relevante pra nossas conclusões desse experimento.*

A provocação da professora-pesquisadora para que se pense porque não ocorreram modificações nos resíduos plásticos é atendida no enunciado abaixo, no qual os estudantes chegam, dialogicamente, à conclusão que responde a questão inicial, indo além, dando exemplos diferentes de efeitos da disseminação dos plásticos no ambiente.

*P: E afinal, por que é que os plásticos não se modificaram?*

*A4Gr2: Porque os... Aqueles que ficam comendo os restos, não comem os plásticos.*

*P: Exatamente! Os decompositores não se alimentam de plástico, porque o plástico é industrializado, é um produto tão processado, tão artificial, que os decompositores não têm capacidade de transformar eles.*

*A4Gr2: Por isso que eles ficam se... Ficam sempre, se espalhando né sora?*

*P: E na verdade com isso que o Cristofer tá falando já podemos chegar à nossa primeira conclusão sobre o plástico no terrário, que é o mesmo que acontece com plástico no ambiente: Não se transforma, não se modifica, não tem decompositor aqui no terrário, nem no ambiente, que termine, que transforme essas porcarias que são os plásticos!*

*P: Mas não vamos tirar daí não. Incomoda? Incomoda! No ambiente também incomoda, também causa um montão de danos...*

*A3Gr2: É sora, tu te lembra do filme das tartarugas que comem? Pensando que é mãe d'água?*

*P: Pois é, me lembro sim.*

*A3Gr2: E também entope as... Aqueles buracos pra água correr né sora?*

*P: Isto! Entope os bueiros, as bocas de lobo.*

Esses dois exemplos dados pelos estudantes, dos danos potenciais dos plásticos no ambiente, interpretamos como indícios de uma compreensão do meio ambiente na sua diversidade e condicionantes, pois consideram locais e situações tão diversas como o mar e a cidade, como exemplos do mesmo fenômeno, no caso os prejuízos ambientais que os plásticos provocam. Esse é um dos objetivos da educação ambiental: que os

estudantes percebam e interpretem o meio ambiente na sua diversidade e que consigam refletir integradamente sobre os vários aspectos dos fenômenos naturais, em conexão com os sociais (REIGOTA, 1996).

Integram esse tema, Sistematização de procedimentos e erro experimental, também enunciações sobre o aumento de massa de certos resíduos, observado pelos estudantes na aula Gráficos 2. Cogitamos localizar esse tema de enunciação neste eixo temático, ou no eixo temático Fenômenos Químicos e Físicos, em razão de a massa ser um parâmetro físico. Eis os enunciados que geraram tal dúvida:

*A10Gr2: Mas como sora, como que aumentou<sup>44</sup>? Não era pra diminuir?!*

*AAGr2: Depois diminuiu muito sora...*

*P: Ah ótima essa pergunta! Depois de marcar os dados, nós vamos ver porque a massa de alguns materiais aumentou, em vez de diminuir... E massa é quantidade de matéria. Como pode ter aumentado?*

*(silêncio e cochichos)*

*P: Como vamos pensar sobre esse problema? Vão pensando aí que eu vou completar o gráfico, com os outros pontos. E depois 1,6g. Mas aí o que houve com as sementes? Nessa diminuição assim tão grande?*

*AAGr2: Elas brotaram sora.*

*P: Perfeito! Deixaram de ser sementes... Só ficou uns residuozinhos de sementes que vocês identificaram...*

É muito significativa no enunciado acima, a fala da professora-pesquisadora, que questiona: ‘*Como vamos pensar sobre esse problema?*’, instaurando um desafio que aproxima o fazer/aprender a Ciência escolar, do modo como opera a Ciência, aspecto já discutido nesta análise, instigando os estudantes à reflexão, indicando que o desenvolvimento da Ciência necessita do pensamento autônomo e criador dos sujeitos e dos grupos humanos, diante dos desafios cognitivos. Ao mesmo tempo o enunciado mostra que já se sabe algo sobre o comportamento de um dos resíduos: sabe-se que a massa das sementes diminuiu e porque isso ocorreu (porque houve brotação). A seguir continua-se a busca por compreender por que houve aumento de massa dos resíduos, antes da diminuição:

*P: Mas e o aumento? O que será que fez a massa das sementes aumentarem? Pra nos ajudar a pensar sobre isso, vamos ver as outras coisas que também aumentaram a sua massa no início? Com que materiais aconteceu isso? Vamos ver nas tabelas...*

*AA: Com o pão e um pouco com o papel...*

*A3: Na real só não aconteceu com a erva, o café... Ah e os plásticos né.*

*P: Hum... Pois é... Não! Com a casca de banana também não e com o tomate também não. E o que isso nos diz? O que vocês acham?*

*(...) AA: Sora, sora, a gente vai fazer uma tabela assim, uma linha pros que aumentaram e outra pros que não aumentaram e vamos pesquisar... Tu vai tá aqui amanhã?*

*P: Vou. Espero vocês!*

<sup>44</sup>A estudante refere-se ao aumento de massa detectado quando das medições de massa dos resíduos que estão em monitoramento.

Aqui esclarecemos que estamos empregando a denominação “terrário” de uma forma particular, pois o aparato da sala de aula em questão é frequentemente aberto pelos estudantes e pela professora, não tendo assim o objetivo clássico dos terrários que é a reprodução fidedigna de um ecossistema natural. Ao contrário este “nosso” terrário é um sistema aberto, foi manuseado, principalmente para controle das massas dos resíduos em decomposição e para manutenção das plantas (replanteio em espaços maiores, e reposição de mudas trazidas pelos estudantes, por exemplo). Por estar disposto em frente a uma janela envidraçada, o experimento recebe luz natural, o que garante os processos naturais dos vegetais ali em desenvolvimento. Assim é plausível considerarmos que os processos de decomposição envolvidos podem ter sido tanto aeróbicos, como anaeróbios. Entretanto fatores como o aumento de massa medido e a precisão das balanças utilizadas (uma delas com a menor unidade sendo o grama e a outra o miligrama) permitem-nos afirmar que o aumento de massa dá-se, fundamentalmente, em razão da absorção da água pelos resíduos.

Embora o tema central dessa enunciação seja o aumento de massa, ela se refere diretamente ao método experimental e às posturas requeridas do estudante/pesquisador na sua atuação frente aos experimentos e a sua interpretação, privilegiando-a dialogicamente nas interações. Pensamos com isso estar contribuindo para superar a tradição de aulas experimentais que obedecem a roteiros previamente preparados, das quais se espera resultados padronizados. Essa concepção de aula experimental dá a impressão aos estudantes de que o seu objetivo é a comprovação de algum dado de realidade previamente trabalhado, corroborando visões ingênuas sobre a Ciência e a experimentação como tendo a função de confirmar teorias, em vez de refutá-las (POPPER, 1993). De acordo com Paula e Borges (2007), é necessário:

repensarmos o modo como os ‘experimentos’ escolares são propostos aos estudantes, e a relação que estabelecemos entre as aulas “práticas” e as aulas “teóricas”. [ ] Esse<sup>45</sup> autor nos fala da necessidade de planejar atividades pré e pós-laboratório, bem como defende a adoção de uma ampla gama de atividades teórico-experimentais. Além disso, Borges propõe mudanças no trabalho de laboratório, com o objetivo de deslocar o foco da atividade dos estudantes da realização de tarefas de medição e cálculos, frequentes nos laboratórios dirigidos, para realização de interpretações sobre o significado de observações e fenômenos (PAULA; BORGES, 2007, p. 177, aspas no original e colchetes inseridos).

No caso analisado, as reflexões elaboradas em aulas anteriores servem de mote para as próximas, havendo inclusive dificuldade por parte da professora-pesquisadora

---

<sup>45</sup> Os autores se referem à publicações de um deles: Borges (1997; 2002).

em *cortar* as sequências de conteúdos, para poder contemplar a grande variedade e quantidade de assuntos a serem desenvolvidos no Ensino Fundamental. Assim também dificilmente um assunto esgota-se em uma única aula, envolvendo experimentos ou não. Esse é outro traço das aulas do 7º ano em análise: a escola conta com Laboratório de Ciências, que funciona como uma sala ambiente, como a concebe Almeida (2017), uma vez que todas as aulas de Ciências puderam ser lá desenvolvidas nesse ano letivo. Isso tem efeitos em duas frentes: propicia variadas possibilidades de desenvolvimento das práticas pedagógicas, abrindo possibilidades de os estudantes estarem em contato com atividades correlatas às atividades dos cientistas (BORGES, 2002), discutindo sobre elas; além de propiciar o estudo do pesquisador, sobre os processos pedagógicos lá desencadeados, pois de acordo com Vygotsky (1991):

Para que um experimento<sup>46</sup> sirva como meio efetivo para estudar "o curso do desenvolvimento de um, processo" ele deve oferecer o máximo de oportunidades para que o sujeito experimental se engaje nas mais variadas atividades que possam ser observadas, e não apenas rigidamente controladas (p. 14).

Em ambas as escolas em que se desenvolve a pesquisa há um cuidado intenso com a formação dos estudantes, com a intenção de que eles completem essa fase de sua escolarização muito bem preparados para enfrentar o Ensino Médio, pois, dadas as condições sociais das famílias, as possibilidades de abandono dos estudos são grandes, em caso de insucessos (reprovações). Como ingrediente dessa formação, há grande vínculo da maioria das professoras/es com os estudantes e compromisso com a qualidade da sua educação.

As interações seguem-se aos enunciados relativos ao aumento de massa dos resíduos, com destaque para o **Tema de enunciação Formulação de hipóteses**:

*P: Pode ser que alguém tenha uma hipótese...*

*A5Gr2: Tu tem sora? Hipótese... Tu sabe por que isso... Foi assim? Por que que aumentou?*

*P: A sora sabe sim, na real a sora não se deu conta antes que isso ia acontecer; mas depois que aconteceu, aí me dei conta de por que foi.*

Consideramos um resultado importante das interações desencadeadas, o fato de se estabelecer o diálogo sobre a formulação de hipóteses, como ingrediente importante no movimento científico, embora no enunciado acima a palavra tenha um significado mais aproximado a ‘palpite’<sup>47</sup>, tanto na fala docente, como na discente.

<sup>46</sup> O autor refere-se a experimentos de cunho psicológico, objetivando estabelecer como os sujeitos aprendem e se desenvolvem, em atividade mediada.

<sup>47</sup> Chalmers (1993) usa (uma única vez) os termos hipótese e palpite como sinônimos (CHALMERS, 1993p. 66), podendo isso dever-se a equívocos relativos à tradução da obra, ou a um deslize semântico.

Inobstante a seguir percebem-se interações no intuito de buscar resolver o problema de por que houve aumento de massa de parte dos resíduos, mediante verdadeiras formulações de hipóteses, agora já com sentido muito aproximado de *hipoteses*, como elaborações mentais dirigidas a resolver um determinado problema teórico ou prático, amparadas em algum conhecimento anterior, ou pré-existente:

*A6Gr2: Ô sora... Olha só, a gente tava pensando... Os que não aumentaram... O peso... A massa, é... São os que eram bem moles e tipo desmanchados...*

*A13Gr2: Não mesmo, porque a casca de banana não era desmanchada, nem o tomate, ele só tava pingando a aguinha dele... E eles não aumentaram, olha aqui.*

*P: Hum, bom! Tô gostando dessa discussão! Esse é o caminho pra descobrirem, pra se darem conta de porque que a massa aumentou. Mas não é o fato de eles serem desmanchados não. Isso facilita a decomposição, o ataque os fungos e...*

*AAGr2: Mas sora... Então... Os que aumentaram... Eles eram moles,*

*A13Gr2: Não porque os plásticos eram bem moles e não aumentaram... Não aconteceu nadinha com eles.*

*P: Vocês tão indo muito bem! Vamos fazer uma tabela pra nos ajudar a perceber o que tem em comum, os materiais que aumentaram e os que não aumentaram pra gente analisar.*

Os estudantes desenharam as tabelas nos próprios cadernos, uma vez que esse instrumento já havia sido usado nesta aula para organizar os dados da decomposição dos resíduos. De fato o uso da tabela auxiliou para desenvolver os diálogos no sentido de compreender por que houve aumento de massa dos resíduos em decomposição, antes de ocorrer sua diminuição.<sup>48</sup>

*A6Gr2: Sora sora olha aqui a tabela; quem não aumentou nadinha, foi a erva, o café, os plásticos, o tomate, a casca de banana.*

*A13Gr2: E os que aumentaram foi o pão e a bolacha, o papel e as sementes... que depois sumiram, sumiu a... Massa delas, porque brotaram.*

*P: Hum! Excelente! Agora só falta completarmos o pensamento, então... O que tem em comum, todos esses que não aumentaram a massa? E os que aumentaram?*

*(Cochichos)*

*P: Em primeiro lugar, esse aumento de massa, não é deles mesmo, porque a massa dos objetos não aumenta, assim, do nada, massa é matéria. Pra aumentar a massa, só se fosse um crescimento, o ser é vivo, então ele cresce e aumenta sua massa corporal; ou então é não vivo e alguém, um agente externo vem e põe, um pouco da mesma matéria, aí aumenta a massa.*

A confecção da tabela a que se referem os estudantes foi uma orientação da professora-pesquisadora, porém a forma de fazer foi decidida pelos próprios estudantes. Com esta última mediação da professora os estudantes alternam-se nos turnos de fala, já se utilizando de conceitos adequados (massa) de modo que ao final do enunciado

<sup>48</sup> Os dois enunciados desta página constituíram-se no dia seguinte a aula Gráficos 2, quando os estudantes procuram a professora-pesquisadora no laboratório de Ciências, em seu horário de substituição a outros colegas, nesse dia utilizado para atividades pedagógicas diversas.

chegam ao motivo do aumento inicial de massa de parte dos resíduos em decomposição no terrário. Cumpre observar que os últimos enunciados em torno da questão do aumento de massa demonstram que a participação dos estudantes no diálogo intensificasse, havendo revezamento de falas discentes, os quais discutem as hipóteses formuladas por eles mesmos, no caminho da construção conceitual, o que a nosso ver denota o seu grande envolvimento nas interações, constituindo-se em verdadeiros movimentos discentes de aprender dialogicamente.

*P: Então... Nós vamos pensar em que coisa, que matéria, tipo se incorporou ao pão, bolacha e papel e às sementes. O que aconteceu com elas, pra terem aumentado a massa? Mas não é massa delas, é de outra substância, outro material que se... Que passou a compor aqueles pedaços que colocamos ali.*

*A13Gr2: Sora a terra do terrário não pode ser né?*

*AA Gr2: Não porque tem que ser... O jeito da coisa tem que ser dela mesmo. Aparência que ela diz<sup>49</sup>.*

*A8Gr2: Sora... Os que não aumentaram, eles eram bem molhados...*

*AAGr2: É tinham água, tipo o tomate, a banana e a erva, que era do teu mate...*

*A6Gr2: Sora, esses que não aumentaram... Eles são assim... Mais molhados que os outros... Que o pão e a bolacha e o papel eram secos e o pão tava velho já...*

*P: Bingo! Essa é a chave pra resposta! Então pronto! Os que eram secos aumentaram a massa! E os que já eram molhados não aumentaram! Então quem foi que aumentou a massa dos que eram sequinhos?*

*AAGr2: Água sora!*

*P: Claro! Muito bom! Água! Umidade do terrário se infiltrou no que era seco e fez a massa inicial aumentar! Sempre o que é seco, e é ou foi vivo, absorve água.*

Além dessas construções conceituais mediadas, destacamos o desenvolvimento do conceito de *inferência*, que passamos a tratar a seguir, por meio do **Tema de enunciação Inferência e representatividade** que se constitui como exercício de análise e tomada de decisão de caráter teórico-prático, em se tratando de dados experimentais, como se observa no enunciado abaixo:

*AAGr2: A gente nem tá mais pesando o plástico sora. A gente já sabe que ele não muda mesmo.*

*P: Então pronto! (...) Vamos fazer uma inferência. O que é isso? A partir de todas as evidências que temos, vamos inferir que se até agora, com todas as medidas de massa que fizemos, eles, os plásticos... Não deram alteração, espera-se que siga não dando. Em ciência, a gente pode fazer isso: pegar o histórico dos dados e inferir que eles vão seguir... Não vão se alterar ao longo do tempo...*

*A5Gr2: Mas sempre isso sora? Isso que tu disse: inferir? Sempre dá pra dizer que vai ficar igual?*

*P: Boa pergunta! Não nem sempre! Depende do fenômeno que estamos analisando. (...) Mas nesse nosso caso, o comportamento do plástico tá se mantendo. E além dos dados, nós já sabemos, do conhecimento da cadeia*

<sup>49</sup> Os estudantes externam sua compreensão de que a massa incorporada pelos resíduos, não deve alterar a aparência dos mesmos, baseado na explicação da professora de que os resíduos para serem coletados para a pesagem devem manter a sua aparência original, sem o que, estariam já transformados em outro material, pela ação dos decompositores.

*alimentar, que os decompositores só vão trabalhar, atuar sobre o que foi vivo, decompor. Então, podemos juntar as nossas evidências, com o que já sabemos sobre o tema e determinar que pensamos que se o plástico não se compôs até agora, vai seguir assim.*

A dialogia mostra que a busca de padrões que se repetam ‘sempre’ faz parte da compreensão intuitiva dos estudantes sobre a Ciência (*Mas sempre isso sora? Isso que tu disse: inferir? Sempre dá pra dizer que vai ficar igual?*). Pensamos que isso se deve aos traços culturais, os quais demarcam o conhecimento científico como conhecimento certo, seguro e fixo. A construção do conceito de inferência foi significativa para os estudantes, sendo que isso se mostra no movimento de relação desse conceito, com o conceito de *representatividade*, como se vê no enunciado abaixo, que traz o tema das enunciações Representatividade da amostra, cujo início reporta-se ao enunciado anterior, tangenciando características dos conceitos em questão, considerando que entendemos por inferência: a conexão entre ideias iniciais ou premissas e as conclusões ou ideias resultantes das primeiras, numa síntese de indícios respaldados pela teoria, isto é inferência dedutiva<sup>50</sup>.

*AAGr2: É sora (...) tu te lembra que as plantas<sup>51</sup>... Os tipos de planta que a gente pegou... Colheu, tipo, deu a mesma coisa, parecido com o que é de verdade...*

*AAGr2: A separação delas na Natureza...*

*A4Gr2: Mas sora... Isso... Que aconteceu, como foi a nossa... Como deu assim, igual, a quantia de plantas que a gente pegou, ser igual...*

*AA Gr2: Coincidir, dar de ser igual o que é a realidade e que a gente achou...*

*A2Gr2: Isso sempre acontece? Eu achei estranho...*

*P: Hum, muito boas essas dúvidas de vocês! Mas vamos cada um falar na sua vez, certo? Não, isso não é regra. Na verdade, nesse caso a nossa coleta foi num ambiente amplo, que é o campus aqui... E ter colhido o material em um ambiente amplo, diversificado... Favoreceu que a gente tenha encontrado uma proporção próxima de como as plantas se distribuem na Natureza mesmo. Entenderam?*

**(Cochichos entre os estudantes)**

*P: Então vou fazer uma pergunta... Sobre isso, pra ver se entenderam mesmo: e se a gente tivesse ido colher espécies de plantas num ambiente muito específico? Tipo num deserto..., Seria igual?*

*AAGr2: No deserto não tem nada sora!*

*P: Depende, tem poucas plantas, mas tem...*

*A5Gr2: Mas acho que eu entendi sora... No deserto, com as pouquinhas que tem, a gente podia não achar aquelas...*

*AAGr2: Aquelas que têm que ter água senão elas não... Não se espalham...*

*P: Perfeito! Se fosse num deserto não acharíamos essas aí, as briófitas e pteridófitas...*

<sup>50</sup> A respeito do pensamento dedutivo, como posicionamento epistemológico contrário ao pensamento indutivo, ver Chalmers (1993).

<sup>51</sup> Plantas e partes de plantas coletadas no início do estudo dos vegetais, que deram origem á aula Gráficos 1.

Assim a conexão entre os conceitos de inferência e de representatividade da amostra ocorre com o estudante relacionando a inferência recém compreendida, sobre o estado de não decomposição dos plásticos, a partir da associação entre os dados e a teoria; com a inferência de que a coleta de plantas, feita três semanas antes, foi representativa da proporção da distribuição das plantas na Natureza. No enunciado acima, os estudantes que o começam (AA) referem-se aos dados sobre as plantas coletadas no início do estudo dos vegetais, dados esses que foram trabalhados na aula Gráficos 1 (Classificação dos Vegetais), o que dá conta ainda do caráter dinâmico e não estanque do movimento de aprender, que se estende no espaço-tempo escolar, em movimentos de idas e vindas, que facilitam e promovem associações entre conceitos, geradores de compreensões, já que:

Através da interação social, os sujeitos criam novas habilidades mentais; habilidades estas que estão associadas ao uso de novos meios auxiliares. O uso concreto de novas formas de mediação sempre se dá em atividades externas, conduzidas no plano intermental (entre pessoas) (PEREIRA; LIMA JÚNIOR, 2014, p. 529, parênteses no original).

Além destes temas, constituíram-se diálogos sobre outras características do fazer científico, como o uso dos instrumentos científicos e a representação dos fenômenos, que tratamos a seguir com o **Tema de enunciação Instrumentos ópticos e representação**. No enunciado abaixo constatamos, com alegria, que as estudantes compreendem perfeitamente a condição necessária para o uso do microscópio escolar, que foi utilizado anteriormente, pela turma, quando do estudo dos diferentes tipos de células, nesse mesmo ano letivo, dando indício de generalização do pensamento, importante segundo Vygotsky para a formação conceitual, pois:

um conceito só pode cair sob a alçada da consciência e do controle deliberado quando faz parte de um sistema. Se a consciência significa generalização, a generalização significa, por seu turno, a formação de um conceito de grau superior que inclui o conceito dado como seu caso particular (VYGOTSKY, 2001, p. 79).

Vejam como o diálogo abaixo indica generalização, além de transferência de conceitos entre contextos:

*P: Então (...) aqui tá muito maior do que os musgos são na verdade. Ela, a foto foi tirada assim pra pegar os detalhes,... Vejam que aqui na foto do livro,... Ela mostra mais detalhes do que conseguimos ver olhando nossos musguinhos que coletamos...*

*A3Gr1: Sora sora vamos botar eles no microscópio...*

*AAGr1: Não dá né sora? Porque tem que ser uma coisinha assim bem fininha que passe a luz né... E eles têm essa raizinha e terra, e não é... Não dá... Então não dá de ver no microscópio.*

*P: Isso mesmo! Transparente, translúcido! Não dá pra pôr o musgo no microscópio porque ele não é transparente, não deixa passar a luz. Mas a*

*sora tem outra lente aqui... Que vai ajudar vocês a verem melhor o corpo do musguinho... É uma lupa. E outra coisa: não é raizinha! É rizoide!*

No enunciado a seguir, em sequência em se tratando da transcrição, a questão da escala utilizada na representação é alvo de reflexões, que também traz o deslocamento de contextos, provocado pelo questionamento docente e exercitado no diálogo, que se apoia em ilustrações do livro didático:

*P: Será que só as nossas<sup>52</sup>, que nós coletamos, que são pequenas?*

*A5Gr1: Aqui tá desenhado bem grande até sora...*

*A10Gr1: Mas isso não é grande... É da altura do pasto,... Grama. E é foto. Não tá desenhado.*

*P: (...) Vamos ler a legenda da foto? O quê que diz? Tamanho fora de escala... O que isso quer dizer, o que vocês acham?*

*AAGr1: É como as bactérias que no livro dizia, cores... Como é?... Que a cor não era real...*

*P: Isso: colorido artificialmente... Mas aqui não se trata de cores... O que quer dizer isso de fora de escala? Na verdade tem a ver sim, com o que as colegas disseram. Assim como as fotos das bactérias e dos protozoários que são coloridas artificialmente, aqui, nesse caso, também temos uma representação que também não é idêntica à realidade: então, fora de escala quer dizer que o tamanho que tá retratado, desenhado, não é o tamanho real, ou, dependendo da situação, quer dizer que não há uma proporção entre os desenhos ou as fotos.*

Para Martins, Gouvêa e Piccinini (2005) o uso de ilustrações na educação científica pode assumir variadas funções, como localizar detalhes, facilitando a compreensão de partes, estruturas, relações, com possibilidades de um detalhamento que o texto gráfico não proporciona, complementando-o. Mas elas ressaltam a não transparência da linguagem gráfica usada para fins pedagógicos, e compreendem a sua leitura como: “processo de construção de sentidos, no qual jogam a intencionalidade do autor, a materialidade do texto e as possibilidades de ressignificação do leitor” (OLANDI, 1999, apud MARTINS, GOUVÊA, PICCININI, 2005, p 38). Pensamos, com as autoras que foi isso que se demonstrou nesses enunciados: diversos meios e instrumentos foram utilizados para proceder, dialogicamente, leituras do objeto de conhecimento, que eram as plantas e partes coletadas, em processo de classificação, sobre as quais se tinha intenção de construir conhecimento.

Concluindo o eixo temático Método experimental e instrumentos científicos, cumpre destacar que outros aspectos foram tratados dialogicamente nas aulas Gráficos 1 e Gráficos 2, tais como critérios de organização de dados empíricos, uma habilidade necessária ao fazer científico das Ciências Naturais, que em termos da aprendizagem, é geradora de esquemas explicativos que interconectam conhecimentos. Além deste,

---

<sup>52</sup> Exemplos de musgos, plantas do grupo das Briófitas.

tratou-se de temas como cuidados com a higiene e segurança pessoal no laboratório (precauções contra contaminação por fungos e bactérias), cuidados com a fidedignidade das medidas (procedimentos padronizados de pesagem), fontes de erros experimentais, escalas e finalmente, mas não menos importante o cuidado e o respeito a todas as formas de vida, especialmente a vida animal, com se pode observar no diálogo:

*A9Gr2: Ah sora o meu primo tinha isso e a gente queimava as formigas...*

*P: Certo, depois a sora explica como dá pra concentrar a luz do sol... Com a lupa, mas não pra queimar nenhum bicho vivo,... Porque aqui nós respeitamos a vida dos animais. E quem foi meu aluno ano passado, aprendeu que os animais existem...*

*AAGr2: Ah sora a gente já sabe... Pelos próprios propósitos deles,... Eles existem porque existem, pra eles viverem a vida deles e pronto...*

*P: Issooo! Lembram até a frase da sora! Fazem parte da Natureza, (...) como nós. Então os animais não são... Não existem pra nos servir, nos divertir... Só pra nossa alimentação, pra matar a fome, aí ok...*

Figura 11: Fotografias de aulas do 7º ano.



Fonte: Autoria própria

Assim encerramos a apresentação e a discussão dos temas das enunciações constituídos nas aulas do 7º ano. Encaminhamos a seguir, a análise das aulas do 9º ano.

## V. ANÁLISE DAS AULAS DO 9º ANO

*“Sua aula é assim um desafio e não uma “cantiga de ninar”. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas” (FREIRE, 1996, p. 96).*

Os temas das enunciações constituíram-se por sucessivos agrupamentos, de acordo com os marcadores discursivos, analisando-se inicialmente cada transcrição, destacando conceitos em torno dos quais pudessem constituir-se os temas das enunciações, produzindo como fruto desse primeiro movimento, os prototemas das enunciações, como ilustrado abaixo. Relacionamos os prototemas, aos conceitos desenvolvidos e aos objetivos previamente traçados pela professora-pesquisadora, para cada aula. Destaca-se que esses temas constituíram-se como frutos do movimento de ouvir e acolher as ideias dos estudantes, inserindo modificações nos planejamentos, no programa de ensino e nas aulas, de modo a desenvolver o ensino referenciado nos movimentos de aprender, na dialogia da aula, como recomenda Freire.

Tabela 10: Prototemas das enunciações em relação com os objetivos das aulas e os conceitos desenvolvidos.

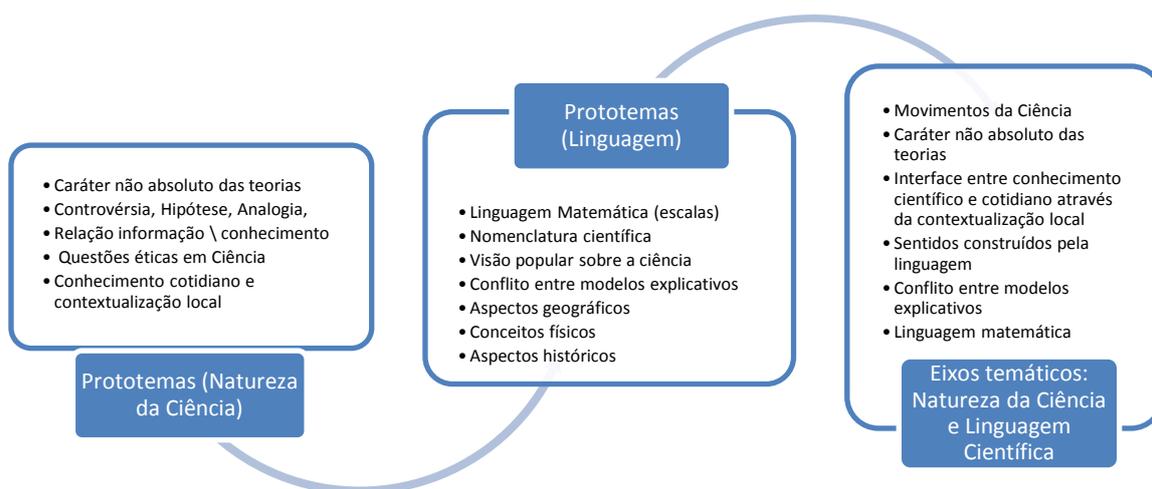
Aulas	Objetivos	Conceitos Físicos e Químicos desenvolvidos	Prototemas das enunciações Movimentos da Ciência:
Formação da Lua Gravidade	Discutir os eventos que originaram as condições de formação da Lua;	Litosfera; Campo; Substância e Elemento; Diâmetro; Massa; Gravidade: consequência da matéria; Limites astronômicos: terra, atmosfera, céu, espaço.	Caráter não absoluto das teorias
	Discutir as consequências de tal evento;		Conflito entre modelos explicativos
	Introduzir a noção de campo gravitacional;		Natureza da Ciência: controvérsia, hipóteses
			Relação informação \ conhecimento
	Demonstrar evidências cotidianas da ação da gravidade.		Linguagem Matemática

<b>Marés</b> <b>Maré lunar</b> <b>X Maré</b> <b>meteorol</b> <b>ógica</b>	Responder questão formulada na aula anterior sobre a influência da Lua na Terra;	Gravidade;	Linguagem: nomenclatura científica
	Compreender as marés como deformações na crosta terrestre;	Estados de agregação; Fluidos; Deformação;	Visão popular sobre a ciência
	Discutir aspectos climáticos locais, referentes às marés: regime de ventos, relevo;	Partes do planeta; Relevo Plataforma continental Pontos cardeais, Polos terrestres	Conhecimento cotidiano e contextualização local
		Ângulos; Volume; Grandeza vetorial – noções sobre vetores	Aspectos geográficos
	Compreender porque em RG as marés são predominantemente meteorológicas.	Pressão atmosférica; Mudanças de fase.	Linguagem Matemática Conceitos físicos
<b>Modelos</b> <b>Atômicos X</b> <b>Sistema</b> <b>Solar:</b> <b>questão de</b> <b>escala</b>	Comparar o modelo atômico de Rutherford-Bohr com o Sistema Solar;	Micro e macro cosmo; Escalas; Analogia; Notação científica;	Linguagem matemática: Escalas
	Revisar conceitos sobre o sistema solar, como órbitas, tipos de corpos celestes, etc.	Gravidade: força atrativa;	Aspectos históricos
	Testar os limites da analogia;	Órbitas dos planetas e dos elétrons; Modelo de Rutherford; Cargas elétricas; Atração e repulsão elétrica.	Natureza da Ciência: Analogia
	Compreender o papel de Bohr no modelo de Rutherford.	Estados de agregação; Quantização; Matéria, Energia.	Questões éticas em Ciência Caráter não absoluto das teorias

Fonte: Autoria própria.

Depois desse primeiro movimento, com base em critérios de aproximações e distanciamentos, pertencimento, entre outras relações, procedeu-se os movimentos analíticos complementares, até se chegar à configuração dos temas distribuídos em eixos temáticos, que demonstramos na tabela abaixo e discutimos ao longo deste capítulo. A discussão dos temas traz no seu bojo as construções conceituais dialéticas, sobre fenômenos físicos e químicos, constituídas na dialogia das aulas. Enquanto tal apresentamos um esquema único representativo da constituição dos dois eixos temáticos interligados.

Figura 12: Constituição dos Eixos Temáticos Natureza da Ciência e Linguagem Científica



Fonte: Autoria própria.

Tabela 11: Temas das enunciações distribuídos nos eixos temáticos.

Temas das enunciações	Eixos temáticos
Movimentos da Ciência;	Natureza da Ciência
Caráter não absoluto das teorias;	
Interface entre conhecimento científico e cotidiano através da contextualização local.	
Sentidos construídos pela linguagem	Linguagem Científica
Conflito entre modelos explicativos	
Linguagem matemática	

Fonte: Autoria própria.

Da mesma forma que na análise das aulas do 7º ano, os enunciados são apresentados sob o código: *A*, seguido de numeral relativo à vez de fala de cada estudante, seguido da letra correspondente à aula na qual foi proferido: *G* (aula Gravidade); *M* (Aula Marés) e *S* (Aula Modelo Atômico X Sistema Solar). Assim a legenda *A5M*, por exemplo, representa fala do quinto estudante a manifestar-se na aula Marés.

## 5.1. EIXO TEMÁTICO NATUREZA DA CIÊNCIA

O eixo temático natureza da Ciência compõe-se dos temas das enunciações Movimentos da Ciência; Caráter não absoluto das teorias; e Interface entre conhecimento científico e cotidiano através da contextualização local, que se constituíram pelos movimentos analíticos, a partir do primeiro grupamento de prototemas, conforme a tabela 10. Assim, os prototemas Caráter não absoluto das teorias; Conflito entre modelos explicativos; Controvérsia, Hipóteses; Analogia; Relação informação\conhecimento; Nomenclatura científica; Visão popular sobre a ciência; Conhecimento cotidiano e contextualização local; Conceitos físicos e Questões éticas em Ciência mesclaram-se originando os três temas constituintes desse eixo temático.

Iniciamos pelo **Tema de enunciação Movimentos da Ciência**, que abarca os aspectos de: relação informação entre conhecimento; incerteza; controvérsias; hipóteses; e analogia no fazer\saber científico. Eles provêm das discussões sobre os tipos diferentes de conhecimentos e sobre a natureza da Ciência, que não estavam previstas no planejamento da professora, entretanto constituem-se nas interações mediadas. De acordo com a proposta pedagógica da pesquisa-ação emancipatória (CARR e KEMMIS, 1988), não é possível ignorar a curiosidade dos estudantes sobre os movimentos e a natureza da Ciência, uma vez que essas curiosidades iniciais mostram-se propícias a produzir elaborações conceituais, que mostraremos ao longo do texto. A apresentação pelos estudantes do seminário *A formação da Lua* desencadeou estudos visando o conceito de Gravidade, na qual discussões sobre a natureza da Ciência e seus movimentos constituíram-se como eixo da própria aula e como balizador das atividades pedagógicas ulteriores. Em se tratando da natureza do conhecimento, Arroyo (2017) avalia que “os docentes e os alunos tem direito a conhecer as tensões que levaram a essa sistematização dos conhecimentos que precisam aprender” (p. 122). Para o autor o conhecimento dos movimentos da Ciência e da constituição interna das diferentes ciências ajuda na compreensão dos fatos científicos, bem como a entender melhor teorias e conceitos. Para iniciar mostramos enunciado sobre a relação entre o conhecimento e a informação, aspecto importante no processo de aprender sobre Ciência. Chamamos atenção para a natureza do discurso constituído na sala de aula, no qual os enunciados são fluidos e miscíveis, de modo que a organização do texto em

seções, os eixos temáticos e subseções, os temas de enunciação, resultam da procura por um modo analítico de melhor explorá-los e discuti-los. Assim nesse enunciado imbricam-se aspectos matemáticos que serão tratados em seção específica.

*A6G: Porque depois outro cometa... Asteroide veio bateu de novo e aí não formou outro planeta,... Satélite, sei lá,... Só matou os dinossauros. Imagina sora, se esse outro que veio e bateu, tivesse formado outra lua...*

*P: (...) Os colegas mencionaram no trabalho o tamanho do asteroide que ocasionou a formação da lua, está aqui, vamos ver: (...) 6.800Km, aproximadamente o diâmetro de Marte.*

*A4G: Tu não sabe de cabeça sora?*

*P: Não! Todos os dados que estão tabelados a gente não precisa decorar; a gente só tem que saber onde encontrar (...) É o outro, que ocasionou a extinção dos dinossauros, era bem menor, vamos procurar aqui na internet, que a prof também não sabe de cabeça. (...) Olha, diâmetro estimado entre 12 e 14Km. Vejam a diferença!*

Morin (2011) e Hargreaves (2004) discutem a importância de diferenciar informação de conhecimento na perspectiva de uma educação emancipadora, por meio de um ensino que quer construir conhecimento, que é passível de elaboração, em movimento; enquanto que a informação é formada por dados, que têm caráter mais estanque. O poeta Eliot relaciona essas categorias com a sabedoria, em forma de questionamentos: “Onde está a sabedoria que perdemos no conhecimento? Onde está o conhecimento que perdemos na informação?<sup>53</sup>” (ELIOT 1934 – 2004, p. 300). O diálogo apresentado demonstra que a falta de uma informação é rapidamente sanada mediante o acesso a fontes, como a internet ou livros, sem prejuízo do raciocínio em curso. Este aspecto é bastante trabalhado em aula, com a professora sempre instigando os estudantes para a construção dos conceitos, através das informações e dados, tratados dialogicamente.

A relação entre informação e conhecimento atravessa-se no diálogo, que tem outro objetivo na dialogia da aula: responder a questão de por que um segundo meteoro bateu na Terra e, em vez de formar-se daí outra lua, desencadeou fenômenos que culminaram na extinção dos dinossauros. A partir daí a professora conduz as interações para o tratamento matemático que objetiva comparar as dimensões envolvidas nos dois eventos. Esse entrelaçamento de temas é explicado por Bakhtin: “O enunciado é um elo na cadeia da comunicação discursiva e não pode ser separado dos elos precedentes que o determinam tanto de fora quanto de dentro, gerando nele atitudes responsivas diretas e ressonâncias dialógicas” (BAKHTIN, 2003, p. 300).

---

<sup>53</sup> “... Where is the wisdom that we have lost in knowledge? Where is the knowledge we have lost in information?” (ELIOT, 1934, p. 300).

Esse entrelaçamento de temas justifica, a nosso ver, as dificuldades encontradas em desmembrar as transcrições, para obter os excertos os quais denominamos de enunciado devido a afinidade com o referencial teórico bakhtiniano e pelo potencial de transformarem-se em enunciações, como unidades de análise. Além disso, o processo de transcrição, sendo tão intenso (três aulas demandaram quase três meses para completar e revisar as transcrições), leva-nos a comparar as palavras transcritas, à palavra nativa (no sentido idiomático), que segundo Bakhtin (2006) “é percebida como um irmão, como uma roupa familiar, ou melhor, como a atmosfera na qual habitualmente se vive e se respira. Ela não apresenta nenhum mistério” (p. 102).

Na aula Gravidade discute-se o aspecto da incerteza da Ciência, como construção humana, aspecto que um dos estudantes traz, em resposta ao colega que indaga:

*A1G: Sora, como assim duas teorias sobre a mesma coisa?*

*A2G: ... Nada é impossível, os cientistas não têm certeza. A sora mesmo já ensinou que na ciência até sobre as coisas do passado, tem...? Equipes de cientistas que ficam... trabalhando, estudando... Turmas diferentes de cientistas que pesquisam a mesma coisa... e que não concordam assim, em tudo...*

*P: Correto! Mas vocês sabem que um dos objetivos da Ciência é justamente conhecer os fenômenos, para poder, em função do que é conhecido, fazer previsões. Mas nem sempre isso rola... Nem sempre se torna possível, é um movimento...*

No próximo tema das enunciações discutimos mais detidamente esse aspecto da incerteza nas Ciências Naturais.

Na aula Modelo Atômico X Sistema Solar aparece a discussão sobre a natureza da Ciência, propiciada pelo uso de analogia entre dois modelos: o sistema planetário e o modelo atômico de Rutherford. Assim trabalhamos a analogia entre dois modelos, um mais conhecido dos estudantes (o análogo); e o modelo a ser aprendido (o alvo) de acordo com a tipificação de Silva e Terrazan (2005).

*A1S: Mas sora, tem uma coisa... Se tu pensar que... Tem planetas, astros que tem tanto satélite girando com ele... Tem as poeiras... Cósmicas... É mais ou menos como a nuvem, nuvem eletrônica do modelo mais... Da nuvem.*

*P: Essa tua ideia é muito interessante... Mas... É, tem uma diferença importante: a nuvem eletrônica não é uma nuvem, como as nuvens de chuva, feita de matéria, ou de poeiras e asteroides... A nuvem eletrônica é uma região de probabilidade de o elétron estar se movendo. E as órbitas, dos corpos celestes são bem conhecidas... E tem outra diferença importante também: no sistema solar tem uma força predominante agindo. Que força é mesmo? Tenho certeza que vocês sabem.*

*AAS: Gravidade sora... Se tu tem certeza, é gravidade. Mas, como predominante?*

*P: Isso! Isso mesmo! No sistema solar tem a gravidade que é uma força de atração, mas no sistema atômico, tem forças elétricas de atração e de repulsão... E também forças que surgem por causa das configurações...*

*P: ...Em Ciência não se pode forçar a situação pra encaixar na nossa intenção... No que pretendemos... Então vamos deixar bem claro que essa analogia é com o modelo de Rutherford-Bohr. Ela não é geral pra qualquer modelo atômico.*

Nesse enunciado, pode-se perceber o movimento que parte da palavra de autoridade da professora “*se tu tem certeza, é gravidade...*”, como mote para o desenvolvimento conceitual, tornando-se “palavra semi-alheia, [ou palavra persuasiva, que leva a] produtividade criativa [que] consiste precisamente em que ela desperta nosso pensamento e nossa palavra autônoma” (BAKHTIN, 1998, p.145). Assim as enunciações vão se constituindo na tensão entre forças antagônicas, compondo movimento tensionado, plural e por vezes contraditório.

Do ponto de vista da epistemologia do conhecimento científico do mundo, Bachelard (1996) nos diz que este não se dá de forma direta por isso a importância dos modelos científicos, que devem funcionar como mediações para construir compreensões sobre os fenômenos e processos naturais: “A compreensão pode ser entendida como o movimento de aproximar o signo de outros signos já conhecidos, sendo uma resposta a um signo por meio de outros signos” (GIROLA, 2004, p. 320), ideia encontrada na teoria sociointeracionista da aprendizagem:

Nos conceitos científicos que a criança adquire na escola, a relação entre esses conceitos e cada objeto é logo de início mediada por outro conceito. Assim, a própria noção de conceito científico implica uma certa posição relativamente a outros conceitos, isto é, um lugar num sistema de conceitos. (VYGOTSKY, 2001, p. 80).

Nesse caso os próprios estudantes planejaram a apresentação do seminário, por meio de uma analogia, entre o modelo do sistema solar e o modelo atômico de Rutherford, pois encontraram nesta forma o material de consulta que utilizaram para elaborarem o seminário. Os estudantes consultaram endereços eletrônicos da PUC-Rio e da USP, que explicam o modelo atômico de Rutherford, por meio da analogia entre este e o Sistema Solar. Eles procuraram a professora-pesquisadora na escola, no horário do intervalo, um dia antes da sua apresentação questionando se os sites eram confiáveis e se poderiam desenvolver seu trabalho baseando-se em tal conteúdo.

Temos observado no desenvolvimento da pesquisa, que, uma vez estabelecidas as relações dialógicas e fomentado o interesse dos estudantes, a comunicação entre estudantes e professora flui de um modo atípico, estendendo-se para além do espaço-tempo da aula, iniciando-se antes, como nessa situação relatada e repetidas vezes estendendo-se além da aula, como se verá no decorrer da análise. Desta forma ao investigar a escola e o espaço-tempo escolar, apontamos indícios da insuficiência, ou

pelo menos da má distribuição do tempo destinado às interações pedagógicas, como um dos entraves à eficiência da escola, na qual se propõe um currículo mais aberto e fluido, com privilégio à produção do conhecimento por meio das interações dialógicas. Estas, pela sua própria natureza, não cabem em tempos pré-estabelecidos da escola atual. Discutimos esse aspecto ulteriormente na análise.

O desenvolvimento da aula encaminhou-se estabelecendo os limites da analogia entre o sistema solar e o modelo atômico de Rutherford. Ferry e Nagem (2009) enfatizam a necessidade tanto de tratar dos aspectos coincidentes da analogia; como dos aspectos controversos ou contraditórios, o que pode ser chamado de contra analogia: “consideramos que é também necessário explicitar as características que não são compartilhadas” (FERRY e NAGEM, 2009. p. 45) pelos dois sistemas ou conceitos.

Esse exercício de apontar os aspectos em que a analogia mostra-se falha foi exercitado em forma de levantamento item a item na aula Modelo Atômico X Sistema Solar, conforme enunciado abaixo:

*P: Então, agora vamos ponto a ponto, avaliando... Qual é... A parte principal da analogia?*

*A3S: É o sol é o átomo... E...*

*A1S: Não! É sobre o átomo, o sol é o núcleo e os elétrons girando são os planetas.*

*P: Ótimo! Isso é o principal. E agora vamos indo item por item. Como é o movimento dos planetas? Como são as órbitas?*

*A2S: Círculos. Circulares.*

*A1S: Ah não, são... O planeta vai lá longe... Não anda em círculo certinho. Anda assim né sora?... Posso fazer aqui no quadro, como eles andam?*

*P: Pode... E eu já pergunto: nesse ponto da analogia, ela é válida? As órbitas dos planetas são iguais as dos elétrons?*

Duit (1991) afirma que, para aprender Ciências, os estudantes devem entender modelos científicos relativos aos conteúdos em estudo, tornando-se capazes de avaliar sua abrangência e limitações. E para Hodson (2003) discussões sobre modelos, constituem-se oportunidades para as/os professoras/es acompanharem a expressão dos estudantes, de suas próprias ideias sobre os fenômenos em estudo, o que fazemos nesta pesquisa-ação, conforme segue a sequência ao enunciado anterior:

*A2S: Não. Hum é... Elíptica e os elétrons não... Eles andam em círculos, em volta.*

*P: Muito bom! Então essa é 1ª limitação da analogia entre os modelos. Que mais? Os planetas são solitários nas órbitas deles? Todos?*

*AAS: São.*

*P: Tem certeza?*

*A8S: Não né sora! Se a gente acabou de fazer trabalho da Lua, que é satélite,... Que influi um montão na Terra... E tem outros planetas que tem até mais satélites que a Terra... Saturno tem tantos... Tantas coisas girando que forma um anel...*

*AIS: Mas sora, sora eu vi... Quando estudei pro trabalho... Que tem um monte de partes, coisas de dentro do átomo que descobriram depois... Neutrino... Outro elétron, tipo negativo... Não positivo.*

*P: É tens razão. A gente inicia estudando as partículas elementares ou fundamentais do modelo que estamos estudando... Mas há outras mesmo. Nesses mais de 100 anos depois da criação desses modelos, os cientistas vêm pesquisando e já sabem que há mesmo outras partículas...*

É importante notar que um dos estudantes apresentadores autoriza-se a expressar o que compreendeu (corretamente) sobre o fato de haver mais partículas subatômicas, além das elementares. Faz essa colocação na discussão sobre a analogia entre satélites orbitando os planetas, e partículas orbitando o núcleo, como se vê no enunciado acima. Segundo Faraco (2009), para Bakhtin “compreender não é um ato passivo (um mero reconhecimento), mas uma réplica ativa, uma resposta, uma tomada de posição diante do texto” (p. 42), concepção de compreensão que exercitamos, dialogicamente com os estudantes. Nesse caso eles posicionaram-se diante dos textos reais (o material didático que consultaram para elaborar seu seminário) e do próprio texto que enunciaram ao apresentarem o trabalho diante da turma.

Entretanto, o caminho dialógico de verificar a plausibilidade da analogia trouxe, a princípio, descontentamento e frustração por parte dos estudantes autores do trabalho, pois eles não estão acostumados ao movimento da Ciência de evoluir a partir dos erros e retificações (BACHELARD, 1996); assim como também não estão familiarizados a aprender os conceitos científicos desta forma, como expresso abaixo:

*AAS: Mas sora quando a gente te perguntou, ontem, tu disse que tava certo, que a gente podia usar... A comparação... Agora tu tá fazendo uma lista que vai acabar... Vai acabar dizendo que tá tudo errado... Soooora, por que tu deixou a gente fazer então?<sup>54</sup>*

*P: Calma aí! (...) Vocês consultaram um site confiável<sup>55</sup>, me consultaram, trouxeram uma analogia, que está proporcionando a gente aprender um montão de coisas importantes, inclusive sobre a validade dos modelos e das analogias. E de quebra tão revisando conceitos básicos de Astronomia... Então tá tudo ok! A Ciência não é feita só de êxitos, a vida estudantil não é feita só de êxitos...*

Bakhtin (2006) explica que “não se pode construir uma enunciação sem modalidade apreciativa. Toda enunciação compreende, antes de tudo, uma orientação apreciativa. É por isso que, na enunciação viva, cada elemento contém ao mesmo tempo um sentido e uma apreciação” (p. 138). Esta se relaciona segundo o autor, com a entonação do enunciado, nesse caso expresso pelo alongamento da palavra ‘sora’, como

<sup>54</sup> O estudante se refere ao uso da analogia entre o Sistema Solar e o Modelo de Rutherford, para apresentar seu trabalho.

<sup>55</sup> Sites consultados pelos estudantes: <http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/> e [http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=\\_modelosatomicosabigailfe](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=_modelosatomicosabigailfe).

expresso acima, pois “o contato entre a língua e a realidade — que se dá no enunciado — provoca o lampejo da expressividade. Esta não está no sistema da língua e tampouco na realidade objetiva que existiria fora de nós” (Ibidem, p. 175).

Retornando nosso foco de análise à analogia, exploramos, na interação, todas as suas possibilidades, pois:

Muito mais difícil do que a transferência em si é a tarefa de definir um conceito quando já não tem quaisquer raízes na situação original e tem que ser formulado num plano puramente abstrato, sem referência a nenhuma situação ou impressão concretas. [ ] A transição do abstrato para o concreto vem a verificar-se tão árdua para o jovem, como a primitiva transição do concreto para o abstrato” (VYGOTSKY, 2001, p. 69 e 70).

O autor expressa uma ideia similar a de Freire (1996) de que se deve ensinar a ler o mundo por meio da leitura da palavra: “A análise da realidade com a ajuda dos conceitos precede a análise dos próprios conceitos” (VYGOTSKY, 2001, p. 69). Sobre a formação dos conceitos, que aqui estudamos por meio da analogia desenvolvida nas interações dialógicas, o autor diz ainda que: “Os níveis superiores de desenvolvimento do significado das palavras regem-se pela lei da equivalência dos conceitos, segundo a qual, todo e qualquer conceito pode ser formulado em termos de outros conceitos, de um número ilimitado de maneiras” (Ibid., p. 96) e ao explicar a dificuldade da transição entre pensamento e palavra, devido a impossibilidade de sua expressão direta, diz:

Podemos comparar um pensamento com uma nuvem que faz cair uma chuva de palavras. Como, precisamente, um pensamento não tem correspondência imediata em palavras, a transição entre o pensamento e as palavras passa pelo significado. Na nossa fala, há sempre o pensamento oculto, há sempre o sub-texto (VYGOTSKY, 2001, p. 127).

Reside aí a importância crucial do significado e dos processos de significação. Nesse enunciado testemunhamos, em ação, o processo de significação, por analogia, no qual também se vê a natureza bakhtiniana do discurso para o outro, ou discurso como semialheio (BAKHTIN, 1998), pois os estudantes apresentadores, já sabendo da resistência dos colegas, quanto ao seu próprio processo de assumir as construções conceituais, esforçam-se para expressarem-se o mais claramente possível.

Sobre a necessidade de testar os pontos em que a analogia é adequada, ou seja, quando alvo e análogo concordam e também os pontos em que ela não se mostra adequada, a despeito do descontentamento dos estudantes envolvidos, como no caso apresentado, Souza, Justi e Ferreira (2006) dizem que é importante que ela “favoreça a discussão tanto das partes positivas quanto das negativas das analogias, certificando-se de que os alunos as compreendem adequadamente e percebam as limitações existentes” (SOUZA, JUSTI, FERREIRA, 2006, p. 24).

Entretanto há que tomar cuidado com o uso de analogias no ensino, no que se refere à formação de imagens mentais, que podem dificultar que o pensamento conceitual evolua na direção desejada: “Mas todo o seu pensamento se nutre dessa imagem, não consegue se desprejar de sua intuição primeira. Mesmo quando quer apagar a imagem, a função da imagem persiste” (BACHELARD, 1996, p. 93), correndo o risco da “extensão abusiva das imagens usuais” (Ibidem, p. 91). Assim, para o autor as primeiras imagens, oriundas do conhecimento empírico, de certa forma, ao encaixarem-se nas expectativas do sujeito em processo de aprender, explicam porque o conhecimento objetivo inicia-se por um primeiro erro.

Assim as primeiras impressões podem obscurecer as possibilidades de a aprendizagem dar-se observando o rigor científico, incluindo comprovações empíricas controladas e teorizações internamente coerentes. Por isso aprofundamos o estudo da analogia utilizada, mediante comparação de cinco aspectos entre o análogo e o alvo, conforme a Tabela 12:

Tabela 12: Aspectos da analogia trabalhados na Aula 3.

Aspectos	Análogo: Sistema Solar (macrocosmo)	Alvo: Modelo atômico de Rutherford (microcosmo)
Centro	Sol	Núcleo
Órbitas (forma)	Elípticas e no plano	Esféricas
Orbitadores	Planetas	Elétrons
Tamanhos	Mantém-se nas órbitas	Podem “saltar” entre as órbitas
Sub órbitas	Diversos	Igual
Forças	Satélites	Não (mas há partículas, além das elementares)
	Atrativa (gravidade)	Repulsivas e atrativas (cargas elétricas)

Fonte: Autoria própria.

Segundo VYGOTSKY (2001), explicando os processos de formação dos conceitos diz que “um nome nunca é um conceito quando aparece pela primeira vez, é simultaneamente demasiado limitado e demasiado vasto” (p. 65). Essa plasticidade é oriunda na natureza da estreita relação entre palavra e objeto: “O significado de uma palavra representa uma amálgama tão estreita de pensamento e linguagem que é difícil dizer se se trata de um fenômeno de pensamento, ou de um fenômeno de linguagem”<sup>56</sup> (Ibid., p. 102).

<sup>56</sup> Pereira e Lima Júnior (2014) explicam que para Vygotsky a palavra linguagem, (no título e no texto) da obra *Pensamento e Linguagem*, refere-se à fala, linguagem verbalizada e que por questões envolvendo traduções dos originais, para os idiomas ocidentais, lemos o vocábulo linguagem, no qual deveria estar fala.

BAKHTIN (2006), ao explicar os processos de elaboração de compreensões, valoriza as interações verbais pois:

A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas, formando uma réplica. Quanto mais numerosas e substanciais forem, mais profunda e real é a nossa compreensão (...) Compreender é opor à palavra do locutor uma contrapalavra. (BAKHTIN, 1995, p. 135).

Voltando ao risco apontado por Bachelard (1996), da extensão abusiva das imagens usuais, pensamos que ele existirá, em maior ou menor grau, sempre que o estudante tenha contato com conhecimentos novos. No caso da aula Modelo Atômico X Sistema Solar, escolhemos questionar as primeiras impressões mediante checagem, em forma de itens, de todos os aspectos presentes na analogia, seja destacando os aspectos coincidentes, seja apontando os aspectos nos quais ela não é válida. Delimitamos a base, ou parte principal da analogia: o Sistema Solar como o análogo; e o núcleo com os elétrons, como o alvo (SILVA e TERRAZAN 2005). A partir dessa delimitação, discutimos comparativamente as outras interações entre os corpos celestes (no macrocosmo) e partículas (no microcosmo), verificando a plausibilidade de cada proposição:

*P: ...Mas me digam uma coisa: o que mais diz o modelo de Rutherford-Bohr? Aliás, por que o Bohr entrou nessa história mesmo?*

*A1S: Ah sora isso agora eu já sei bem! É pra corrigir porque o elétron não cai no núcleo, mesmo tendo força atrativa entre... E não entra tudo em...*

*A2S: Colapso. Não se acaba o átomo.*

*A10S: Senão a gente... Daria de ver se isso acontecesse...*

*P: Isso, ótimo! E então qual foi a correção mesmo que Bohr introduziu...?*

*A1S: Sora deixa com a gente, que a gente sabe! Ele disse que o elétron pode ir mais pra dentro e mais pra fora, do lugar que ele anda, normal.*

*A6S: Órbita dele.*

*P: Então pegamos outra inadequação da analogia! Pensem comigo, quem são os correspondentes dos elétrons no sistema solar?*

*A2S: Planetas sora. Ah já entendi!*

*P: ... E planetas ficam pulando da sua órbita normal, se ganham ou perdem energia?*

*AAS: Nããã sora! É mesmo né!...*

Nesse processo surgiram conteúdos novos para os estudantes, e outros foram revistos. Para BACHELARD (1996) é importante direcionar a adequada compreensão dos estudantes sobre os fatos científicos, não permitindo que se deixem levar pelas primeiras impressões: “Conviria por meio de frequentes retornos aos temas objetivos, deter as proliferações subjetivas. Há nesse caso todo um ensino recorrente, muito esquecido nos cursos secundários, e que nos parece indispensável para firmar a cultura objetiva” (BACHELARD, 1996, p. 290).

A seguir discutem-se enunciações sobre aspectos da natureza da Ciência, que são as possíveis discordâncias entre cientistas, por meio do **Tema de enunciação Caráter não absoluto das teorias**, que surge naturalmente em função dos questionamentos e explicações sobre as interações entre cientistas, materializada nas construções conceituais sobre os modelos atômicos e a sucessão histórica entre eles:

*P: ... Então isso trouxe a necessidade de uma correção no modelo, e quem propôs essa correção foi o cientista chamado Bohr.*

*A8S: Mas como assim sora, um cientista corrigir o que o outro fez?*

*P: Ah, então... Isso tem a ver com o jeito que a Ciência funciona... Os cientistas trabalham, pesquisam e comunicam as pesquisas, os resultados... Por exemplo: a sora tá fazendo uma pesquisa, que já expliquei pra vocês e pra isso a gente tá gravando... Então, eu e os outros cientistas pesquisamos e divulgamos os resultados que eles obtêm, que obtemos... Na comunidade científica.*

*A11S: Então é parecido com aquilo que tu explicou... Na outra aula, que os cientistas, tem uns pensam diferente, e não concordam assim em tudo? Mas e se os<sup>57</sup> do teu grupo não concordarem com a tua pesquisa sora?*

Consoante com Popper (1993), trabalhamos a compreensão dos estudantes sobre o caráter não absoluto das teorias científicas sabendo que “a meta da ciência é falsificar teorias e substituí-las por outras melhores, que demonstrem maior possibilidade de serem testadas” (CHALMERS, 1993, p. 87), demonstrando o caráter histórico e provisório do conhecimento científico.

Ao tratar do caráter não absoluto das teorizações, atravessa-se no diálogo, e na análise, o caráter ideológico da palavra, através do questionamento que destacamos acima. Ele mostra que discutir a natureza da Ciência e seus movimentos impressionou a estudante, que percebeu riscos para a pesquisa da qual ela mesma faz parte, mostrando-se preocupada com a situação da professora-pesquisadora, de estar à mercê da avaliação pelos seus pares, o que é explicado em termos da afetividade que integra os processos cognitivos:

*não são palavras o que pronunciamos ou escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis, a palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial. É assim que compreendemos as palavras e somente reagimos àquelas que despertam em nós ressonâncias ideológicas ou concernentes à vida (BAKHTIN, 2006, p. 97).*

Assim, provavelmente o fato de qualquer pesquisa estar submetida à avaliação passasse despercebido, não fosse pela realidade efetivamente vivida pelos estudantes, como integrantes dos movimentos da presente pesquisa-ação. Também Vygotsky (2001), ao explicar as relações dinâmicas entre aspectos da formação do significado, trata do afeto, compondo com a cognição, uma força em prol da significação: “existe

<sup>57</sup> A estudante refere-se aos outros pesquisadores da linha de pesquisa da professora-pesquisadora.

um sistema dinâmico de significados em que o afetivo e o intelectual se unem, mostrando que todas as ideias contêm, transmutada, uma atitude afetiva para com a porção de realidade a que cada uma delas se refere" (VYGOTSKY, 2001, p. 13).

Nesta pesquisa-ação, em se tratando de afeto exercitado na interface com a cognição, pensamos que o acolhimento dos comentários e das sugestões dos estudantes sobre filmes já vistos por eles, em relação com o filme proposto pela professora, favoreceu os processos interativos, resultando em aprendizagem mediada. As mediações ocorreram via inserção de meios (signos) para que o conhecimento evoluísse na direção esperada, que é a construção dos conceitos, a fim de explicar os fenômenos apresentados, como se vê nos enunciados que se seguem.

A construção da concepção de Ciência e atividade científica torna-se explícita, como resultado do ensino que propõe questionar os conhecimentos e debater sobre diferentes construções teóricas. Trata-se de aproximar o gênero discursivo da Ciência (BAKHTIN, 1995) dos estudantes, de modo que eles (re)construam conhecimentos, via apropriação dos conceitos científicos, a partir das interações desencadeadas, proporcionando-lhes acesso à cultura científica. A seguir os estudantes sentem-se à vontade para expressar uma curiosidade epistemológica genuína, sendo um dos objetivos da educação libertadora superar a curiosidade ingênua em direção à curiosidade epistemológica.

*A7G: Bah sora eu queria saber... Como assim movimentos sincronizados?...*

*Que não deixam ninguém na Terra ver o lado escuro?...*

*A8G: E por que a lua tá sempre num lugar diferente do céu?*

*A9G: Isso nos dias que passam, porque na mesma noite, parece que a lua anda com a gente... Por quê?*

*P: Esse efeito que parece que a lua nos acompanha é por causa da grande distância entre a Terra e a Lua. E a outra pergunta, teremos que fazer uma aula sobre as fases da lua para explicar. Mas é por causa dos movimentos... Dependendo da posição da lua em relação ao sol, vemos mais ou menos dela...*

*A6G: Não entendi como uma coisa, um corpo... Do céu... Estrelar<sup>58</sup>... Cometa...*

*AAG: Bateu na terra e tirou um pedaço que... Cuspiu e formou a lua. Por que depois outro cometa... Veio bateu de novo e aí não formou outro planeta, satélite... Só matou os dinossauros. Imagina sora, se esse outro que veio e bateu, tivesse formado outra lua...*

Para Freire (1996), essa superação é um fruto dinâmico do processo de conhecer, pela da via da rigorosidade metódica que para ele relaciona-se com a aprendizagem da razão de ser dos conteúdos; e não apenas dos conteúdos em si. Nesta pesquisa, esse processo demonstra-se pela necessidade que as interações apontaram de

---

<sup>58</sup> A professora esclarece que o vocábulo correto é estelar.

discutir-se, como conteúdos de ensino, a natureza da Ciência. Ademais acreditamos que estamos cumprindo uma importante função ideológica, mediada pela linguagem (BAKHTIN, 1995), no sentido de horizontalizar as relações em sala de aula, sem desconsiderar as assimetrias que permeiam os conhecimentos e os saberes entre professora e estudantes.

*A1G: ... É. Essa é hipótese da formação da Lua.*

*P: Queria saber se ficou bem esclarecido o aspecto do núcleo da Terra ser líquido... A consequência de... estar em movimento? Há uma controvérsia... Duas hipóteses sobre isso, uma delas o filme trouxe, mas não é consenso. Sobre o que foi gerado pelo núcleo da Terra, de metal líquido, estar em movimento?*

*A1G: Ah sora... é aquilo... Campo de força... Campo de gravidade...*

*A4G: Não! Tem dois tipos de campo...*

*P: Isso! Aprendemos dois tipos de campo! E de que tipo é esse (campo) que pode ter se formado por causa do núcleo líquido em movimento?*

*A3G: Campo eletromagnético.*

No enunciado acima, apontamos dois movimentos importantes: a reflexão sobre a natureza da Ciência como construção cultural que envolve controvérsia e formulação de hipóteses; e os movimentos mediacionais que resultaram na enunciação que distingue a causa de existência do campo eletromagnético em relação ao campo gravitacional, também em discussão na aula. Especulamos que houve mediação pelo signo campo, previamente conhecido pela estudante, mencionado nos seminários anteriores e veiculado em filmes mencionados pelos estudantes, o que provavelmente ajudou a utilizar a palavra campo. E, na perspectiva bakhtiniana: “A compreensão pode ser entendida como o movimento de aproximar o signo de outros signos já conhecidos, sendo uma resposta a um signo por meio de outros signos” (GIROLA, 2004, p. 320). O incentivo a buscar os próprios meios de aprendizagem em interação com os colegas promove o protagonismo discente e favorece a interação entre pares, potencializando a zona de desenvolvimento potencial (VYGOTSKY, 2001). Assim inferimos que a significação do conceito campo eletromagnético, foi provavelmente facilitada pelo conhecimento prévio dos estudantes da palavra campo associada aos campos de energia, que existem na visão popular, mediada por produções ficcionais, além do contato com o conceito de campo gravitacional em discussão em aula.

Esta correlação reforça a importância da linguagem como constitutiva das interações e das construções conceituais dos estudantes, ocorridas pela via das mediações, sendo ela o meio pelo qual a dialética se operacionaliza e nos permite reconhecer a tese de que promover, acolher e valorizar as manifestações discentes na dialogia da aula instala processos mediados de ensinar e aprender, que levam a

significações e ressignificações conceituais dos estudantes e da professora-pesquisadora, detectadas nas próprias interações discursivas e nas correções de curso da própria aula e no programa de ensino, materializando movimentos de ensinar e aprender dialógicos e dialéticos. Assim a significação conceitual é o foco da análise e a inserção dos signos, em níveis crescentes de generalidade nas interações dialógicas constituem-se como mediações dialéticas entre os movimentos de ensinar e aprender. As significações e ressignificações conceituais qualificam assim os meios mediacionais.

Encaminhamos a seguir o **Tema de enunciação Interface entre conhecimento científico e cotidiano, através da contextualização local**. Ao tratar do regime de marés na praia do Cassino<sup>59</sup>, na aula Marés menciona-se em linhas gerais o regime de ventos na região e suas consequências, o que gera a discussão sobre diferentes saberes, conforme segue:

*P: ... Então os efeitos mais dominantes aqui [nas marés] são as condições climáticas ou meteorológicas: o vento, se é Sul, que dá ressaca na praia; se é Nordeste, o mais comum aqui, que traz chuva em 3 ou 4 dias... Por causa da pressão atmosférica, que na verdade é quem manda no vento.*

*A4M: Ah tá sora! Tu acredita nisso do vento que traz chuva? Isso é história de pescador... Dos antigos...*

*P: Acredito! Sem dúvida alguma: começa a cuidar que tu vais ver que é bem assim mesmo. E o vento sul limpa o tempo, leva as nuvens embora porque a pressão atmosférica, que estava baixa, sobe. Aliás, esse é um conhecimento das populações tradicionais (...) como os pescadores, que observam a Natureza, que vivem da Natureza, que a Ciência está considerando agora. (...) Estão entendendo (...) que não existe só um tipo de saber, que é legal é a gente integrar os saberes.*

*A4M: Sora! Sora tu é uma chave! Sora tu sabe essas coisas todas e tu quer (sic) ensinar pra nós... E tu também acha que o que os véio (sic) sabem é... Também vale... Eu não entendo...*

De acordo com Arroyo (2013), “O percurso escolar nos vai distanciando de nossas experiências e de nossas leituras do real, aprendidas nas origens” (p. 126). Assim a experiência discente enfrenta tensões, nessa perspectiva que trabalhamos, pois ao fomentarmos a integração de saberes, a valorização de saberes locais e de seus detentores, criamos um contraste com o que eles esperam da escola. Encontram-se assim entre a cultura escolar que os acostumou a distanciarem-se dos saberes originários; e uma proposta que valoriza esses mesmos saberes e enfatiza sua importância, que esperamos seja geradora de novos conhecimentos.

Esse diagnóstico ajuda a compor o quadro sobre quem é, como pensa e como porta-se o estudante das séries finais do ensino fundamental na escola, relativamente à relação com o conhecimento. Novamente, invocamos o diagnóstico de Tardif (2005) de

<sup>59</sup> A praia do Cassino é uma praia de mar, que se localiza no município de Rio Grande, no extremo sul do Rio Grande do Sul.

que os estudantes formulam estratégias para passarem pela escola, sem afetarem-se pelas dinâmicas escolares, tornando a experiência discente anacrônica e deslocalizada, pois se oblitera os saberes originais, em nome do aprendizado de um conhecimento científico escolarizado, que por sua vez também não se forma satisfatoriamente. Bakhtin (1995) aprofunda a questão da construção do pensamento, subordinando a sua formação ao sistema ideológico no qual ele se forma: “O caráter único desse sistema não é determinado somente pela unicidade de meu organismo biológico, mas pela totalidade das condições vitais e sociais em que esse organismo se encontra colocado” (BAKHTIN, 1995, p. 51).

Percebemos que esse diagnóstico bakhtiniano verifica-se na escola, uma vez que se admite ser ela é um dos espaços sociais importantes na formação do cidadão onde, desafortunadamente, muitos estudantes procedem como foram forçados a proceder, pela própria escola.

Segundo Diegues (2008): “Na concepção mítica das sociedades primitivas e tradicionais existe uma simbiose entre o homem e a natureza, tanto no campo das atividades do fazer, das técnicas e da produção, quanto no campo simbólico” (p. 63). O autor coloca que essa concepção mítica é mais perceptível em populações específicas, como os indígenas, entretanto também se verifica, de forma menos evidente em algumas populações ribeirinhas amazonenses e caiçaras.

Assim em se tratando do conhecimento escolar, como preparação dos estudantes para a construção presente e futura de uma racionalidade ambiental para a sustentabilidade, é importante que eles entrem em contato com novas formas de conceber o conhecimento válido, pois, segundo Diegues (2000) em níveis superiores de ensino o desafio estará posto, como forma de efetivar práticas conservacionistas. “Para tanto, deve ser criada uma nova aliança entre os cientistas e os construtores e portadores do conhecimento local, partindo de que os dois conhecimentos – o científico e o local – são igualmente importantes” (DIEGUES, 2000, p. 42). Trata-se de valorizar o conhecimento empírico da população local, sendo um dos aspectos que integra a complexidade da Educação ambiental, que deve, segundo Reigota (1996) propor: “a noção de responsabilidade, não só com o planeta e a comunidade, mas consigo próprio...” (p. 46), enfatizando desta forma a ideia de agir na comunidade, tendo em vista a perspectiva global. Diante do exposto, consideramos que estamos fazendo nosso papel docente de desacomodar os estudantes das suas certezas de que o conhecimento válido vem exclusivamente de fontes externas a sua comunidade, auxiliando a desvelar

uma das condições de opressão vigentes nas classes populares (FREIRE, 1996).

ARROYO (2013) diz que os sistemas escolares ignoram o real vivido, privilegiando o real idealizado, baseado em conceitos, em nome de uma “paz cientificista e conceitualista nas escolas” (ARROYO, 2013, p. 127). Entretanto os casos de violência e desrespeito de que se tem notícia na escola cotidianamente, derrubam a ideia dessa pretensa paz. Por isso, o autor recomenda projetos pedagógicos que fomentem experiências sociais, na intenção de romper com essa lógica pedagógica anacrônica e deslocalizada. Grün (2007) fala da “ausência de historicidade [na educação] e a atividade humana colocada na perspectiva de um presente puro, liberto da tradição, considerada nefasta pela ciência” (p. 29), presente nos currículos escolares e nas ciências. E questiona:

Como poderíamos pensar questões tão fundamentais como o desenvolvimento sustentado (que depende de uma ética para com as futuras gerações), e a preservação das culturas tradicionais indígenas (que depende de um respeito para com a tradição e o passado) em um currículo cuja base conceitual está atrelada a uma férrea lógica presenteísta? (GRÜN, 2007, p. 108, parênteses no original).

Assim parece que a escola, em termos gerais, não tem considerado as condições sociais e o espaço-tempo vivido, no seu contexto. Parecem ter-se consolidado (na vigência do positivismo e do empirismo), escolhas dos sistemas educacionais, que uma parcela significativa de professoras/es de ciências tem seguido, por atividades puramente teóricas, de resolução consensual, por apresentarem problemáticas restritas e, além disso, “gerarem abundância de exercícios a partir de alguns exemplares, cujas soluções não são motivo de discussão e controvérsia na sala de aula. Isso contribuiu para aprofundar o fosso entre a ciência e o mundo” (PIETROCOLA, 1999, p. 219).

Diante do exposto compreendem-se as manifestações de alguns estudantes (nesse caso enfaticamente, contrárias às dinâmicas da aula) sobre a forma, nas suas palavras ‘diferente’ de conduzir os processos de ensinar e aprender, desenvolvidas com eles nesta pesquisa-ação, como é mostrado abaixo:

*A16S: Tá louco! Eu nunca tinha aprendido assim... É copiar e pronto.*

*P: Ah bom, temos um conflito aqui então... Porque eu não concordo com esse método de copiar e pronto. Por tudo o que eu tenho estudado de educação... Esse método da cópia... Não funciona... Vocês não aprendem de fato... Memorizam informações... Só. Não conseguem transformar essas informações. Unir os conhecimentos, num todo...*

*A16S: (...) Eu acho que aula é aula. Normal... Bota no quadro, copia e pronto.*

A despeito da opinião externada pelo estudante, pensamos que em um âmbito maior do que a própria educação, teoria e prática devem estar em conexão,

dialeticamente, partindo do mundo vivido, conforme Freire (1996) e Bakhtin (2006), o que aprofunda a questão das condições para a formação do pensamento, subordinando-o ao sistema ideológico onde ele se forma. E, na escola, a contextualização espacial e temporal abre a possibilidade de o estudante ter uma experiência de aprendizagem referenciada na sua localidade, onde as experiências cotidianas ocorrem, sendo esta uma condição para a produção de sentido, ideia corroborada pela teoria sociointeracionista de Vygotsky (2001). Reigota (1996) recomenda que:

Na educação ambiental escolar deve-se enfatizar o estudo do meio ambiente onde vive o aluno, procurando levantar os principais problemas da comunidade, as contribuições da ciência, os conhecimentos necessários e as possibilidades concretas para a solução deles (REIGOTA, 1996, p. 27).

Assim a contextualização torna-se ferramenta essencial para desenvolver no estudante a compreensão de si mesmo como parte do ambiente e enseja o desenvolvimento de suas potencialidades de atuação no meio social, bem como se constitui em via da problematização da relação entre os conhecimentos cotidianos e o saber científico, sabendo que:

este não é “polimento” do senso comum, mas um processo de tomada de consciência, ou seja, do exercício do pensamento crítico-reflexivo acerca de outras e novas formas de interpretação da realidade vivida. Isso significa levar os alunos, por meio da contextualização e da ação pedagógica, a compreenderem situações complexas, que não fariam sozinhos, e a representarem o mundo vivido em novos planos de abstração (RITTER, 2017, p. 54 e 55, aspas no original).

Nessa perspectiva, emerge no final da aula Gravidade, o seguinte questionamento de um dos estudantes, o que provoca o planejamento da aula Marés: *“Sora é verdade que a lua influi no mar? Na maré, ou isso é bobagem?”* (AG15).

Abaixo trazemos enunciações relativas à aula Marés, planejada em função dessa pergunta do estudante, o que se demonstra como um indício do replanejamento da sequência de temas e assuntos a serem tratados no ano letivo. Assim para a aula seguinte: a aula Marés, a contextualização é trabalhada em um sentido crescente desde o questionamento do estudante sobre uma situação vivenciada na praia que ele frequenta, passando pela revisão do formalismo matemático do conceito de gravidade, aprendido na aula anterior, a aula Gravidade; até chegar a compreender, por meio das reflexões desencadeadas, as dinâmicas de maré no local. O caminho dessa compreensão envolveu a revisão de conhecimentos sobre os estados de agregação e as características do relevo litorâneo local.

*P: Vamos pensar o seguinte: quem já passou um dia todinho na praia, chegando bem cedo e indo embora bem à tardinha?*  
*AAM: Eu, eu sora, eu fui já muito...*

A2M: Sora eu vendo bolinho de peixe na praia com o meu tio, a gente passa todo todinho o dia... Mas... Eu nunca vi... Como assim, maré? Eu nunca prestei atenção... nisso da maré...

A3M: Ai guri!... Tu nuca viu que às vezes a água tá lá em cima nas dunas, e às vezes ela tá lá bem longe?...

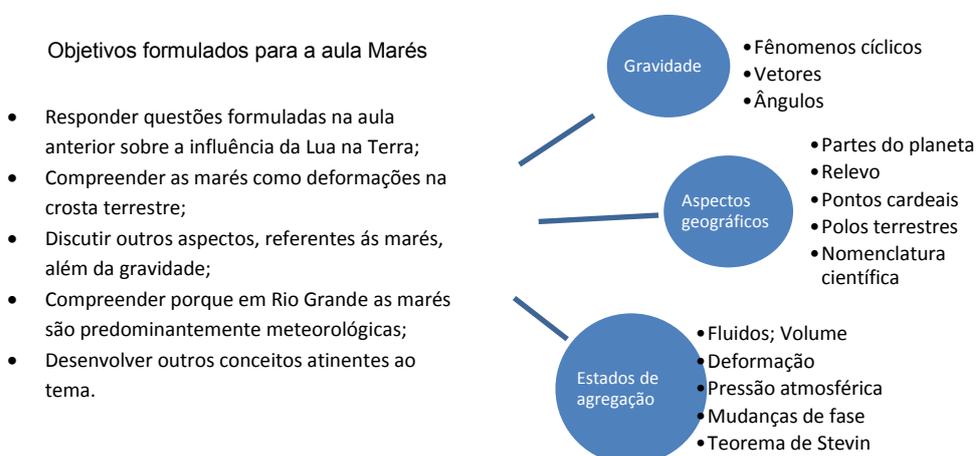
A4M: **Mas não disse que tu tá falando né sora?**

P: Na verdade sim! É disso mesmo que tô falando: quando a água tá lá nas dunas é a maré alta. Quando ela tá recuada, deixando a praia bem grande, bem larga, é a maré baixa. Mas aí é que tá: quando a água tá lá em cima, nas dunas, a razão, a causa dessa maré alta, altíssima é meteorológica, não lunar. As marés lunares, aqui em Rio Grande, são menores.

Nota-se que o tema de enunciação Interface entre conhecimento científico e cotidiano, através da contextualização local constitui-se como eixo dessa aula, na qual os estudantes vão tomando consciência de que a ‘sua praia’ é um ambiente sobre o qual se pode aprender conceitos e conteúdos científicos tais como Gravidade; Estados de agregação da matéria; Fluidos; Deformação; Partes do planeta; Nomenclatura científica; Ângulos; Fenômenos cíclicos; Aspectos geográficos: (Relevo, Pontos cardeais, Polos terrestres); Volume; Pressão atmosférica; Influência da pressão nas mudanças de fase; Teorema de Stevin; Características dos vetores. Esses foram os conteúdos e conceitos trabalhados nessa aula, em maior ou menor profundidade: alguns apenas mencionados, lembrados; enquanto que outros desenvolvidos em detalhe.

Dada à quantidade e variedade de assuntos trabalhados nessa aula, para facilitar a compreensão, apresentamos abaixo um esquema que relaciona e compara o planejamento inicial da aula, com os conceitos representativos dos conteúdos efetivamente desenvolvidos. O planejamento inicial está demonstrado pelos objetivos inicialmente traçados para a aula; e o que foi desenvolvido efetivamente está representado pelos temas desenvolvidos, subagrupados em três eixos principais, no centro à direita da figura:

Figura 13: Planejamento inicial da aula Marés comparado aos conteúdos desenvolvidos.



A seguir apresentam-se os conteúdos sobre marés, com aspectos geográficos, em uma clara demonstração de tratamento interdisciplinar do conhecimento científico, embora sem muito aprofundamento, de acordo com os objetivos propostos<sup>60</sup> que eram: responder questões formuladas na aula anterior sobre a influência da Lua na Terra; compreender as marés como deformações na crosta terrestre; e compreender porque em Rio Grande as marés são predominantemente meteorológicas. O enunciado inicia-se com a curiosidade do estudante acerca da cidade de Salvador, mencionada antes pela professora:

*A2M: E o elevador sora? Tem aí a cidade da praia com elevador?*

*A4M: Ai como é que vai precisar de elevador na praia?*

*P: Pois aí é que está! Tem praia com elevador sim: Salvador, a capital do estado da Bahia, tem uma montanha tão alta na beirinha do mar, que tem um elevador sim, que leva da praia até lá em cima (...) Aí é que eu queria chegar: as praias são muito diferentes entre si: tem praias muito (...) Planinhas, tipo que afundam bem devagar... (...) Mas tem praias que afundam de uma vez, rapidamente. Assim como tem montanhas na beira da praia, tem também o contrário da montanha: o que é o contrário de uma montanha?*

*A3M: Ah é um buracão né sora...*

*P: Perfeito! É um buracão, ou um precipício, ou um grande barranco. Pois muitas praias são assim, afundam rapidamente, onde a plataforma continental é funda... E nessas praias o efeito da maré lunar é intenso, pois são praias onde a água sobe e desce contra um relevo que limita essa água (...) (Desenha no quadro). Vamos imaginar esse 1 litro de água aqui... Só pra vocês entenderem isso que tô tentando explicar. Vamos imaginar que podemos colocar esse um litro d'água nessa bacia bem rasa aqui ó... Mas também podemos colocar esse mesmo um litro de água nessa garrafa aqui ó: super alta e fina.*

*A4M: Parece aqueles vidros, tubos de laboratório sora.*

*P: Isso! Pensem que é um vidro de laboratório, uma proveta, tem provetas bem altas mesmo e finas... (...) Mas é isso: qual é a diferença? Das duas situações: o mesmo volume de água, a mesma quantidade, colocada na bacia e na proveta?*

*A13M: É a altura sora, o nível da água.*

*P: Perfeito! Isso mesmo, então, a nossa praia, o Cassino é como se fosse essa bacia: variações de volume de água, puxadas pela gravidade, pela força da gravidade da lua, vão causar pequena variação de nível da água. Já em praias com precipícios submersos e montanhas, a mesma variação de volume de água, erguido pela maré, vai fazer uma grande variação do nível da água. Por isso nesses locais a variação da maré é muito maior do que na nossa praia. Mas cuidado que esse é um dos fatores, uma das influências possíveis.*

Percebe-se o exercício de imaginação necessário para a compreensão do fenômeno idealizado, representado no quadro, pois nesta escola não há laboratório de ciências, sendo a sala de informática uma das poucas possibilidades concretas de propiciar instrumentos alternativos de ensino. Por outro lado, em função dessa limitação

<sup>60</sup> Some-se a isso o fato de que encontramos pouca produção de conteúdo sobre marés, relacionando na mesma publicação (*paper*) os diversos aspectos que influenciam o fenômeno genericamente. A maioria das referências encontradas trata de aspectos pontuais do macro fenômeno maré, conforme o objeto em estudo.

a equipe pedagógica mostra-se bastante receptiva a demandas por materiais alternativos (no nosso caso bolas de isopor para o sistema solar, entre outros) e a liberação dos espaços da escola para a realização de experimentos e atividades fora da sala de aula, o que sem dúvida facilita o trabalho pedagógico, porque essas atividades operam como instrumentos mediadores que juntamente com os signos/conceitos permitem abstrações, generalizações, enfim: aprendizagens. Porém, o conhecimento da realidade das escolas em geral mostra que essa não é a condição predominante.

Nesta mesma aula, os estudantes rememoram o conceito de pressão, já estudado, enquanto formulam compreensões sobre o fenômeno da maré meteorológica:

*A3M: Sora tu já explicou isso da pressão... Do ar... Nas mudanças... Na fusão...*

*A4M: E também na... Quando a água evapora, não, quando ferve... Se é na montanha ferve antes...*

*P: Perfeito! Ferve antes na montanha por que mesmo?*

*AAM: Pressão maior.*

*P: Maior? Tem certeza?*

*AAM: Não! Não, menor cara, menor, menos ar, menos pressão. Por isso os jogadores ficam cansados, ela explicou, os do Grêmio né... (Risadas)*

*P: Psssss pessoal! Ótimo! Ótimo que se lembraram de tudo isso!*

Como estes, muitos outros conteúdos científicos podem ser trabalhados, usando o meio ambiente como eixo orientador das reflexões e contexto, compreendendo-o como formado pelos seus aspectos naturais e sociais em interação, do qual fazemos parte inexoravelmente. Em relação à participação discente qualificada, concluímos que uma vez iniciado, este é um movimento crescente, com os estudantes cada vez mais autorizando-se a manifestarem-se, respondendo à postura da professora que deve ser permanente quanto à democratização do espaço-tempo da aula. Pensamos que isso corrobora a hipótese desta pesquisa-ação: que por meio da escuta atenta às manifestações dos estudantes imersos em processos ativos de aprender é possível legitimar essas manifestações como potencializadoras das mediações operativas no processo pedagógico. E extrapolando a própria hipótese, que as manifestações discentes são capazes de apontar suas construções conceituais, inclusive aquelas que não estavam previstas nos objetivos traçados para a aula, como se vê no enunciado abaixo:

*A4M: Sora por que a gente não vê esse simulador lá na sala de informática? Tipo aí a gente pode mexer... Tem uma flechinha ali ó... Aquilo ali é pra gente mexer... E quem filmou, gravou, gravou quando tavam fazendo... Simulando.*

*A3M: Mas sora... Uma coisa... Tu colocou aí que depende da latitude né... Eu tava vendo aqui... Latitude é se é perto dos polos, ou longe dos polos né?*

*P: Sim, isso!*

*A3M: Então, do jeito que a gente tá vendo a simulação aqui... A gente tava procurando aqui, esse simulador que tu trouxe... E olha, ele sempre mostra a maré bem baixinha nos polos, né...*

*P: Sim...*

*A3M: Então nos polos, do jeito que a Terra gira, nunca tem maré então?*

*P: Uauh! Vocês são muito boas gurias! Elas tão simulando aqui no celular! Minhas cientistas júnior! Então, pelo simulador, se as marés existissem realmente só pela influência da lua, as marés nos polos seriam muito baixinhas, muito pequenas. Pelos movimentos em si dos astros, seriam marés bem pequenas. Mas...*

Os diálogos seguem-se com explicações docentes sobre as muitas influências de variados fatores, de diferentes origens, no que se refere às marés, assim ressalva-se não ser possível afirmar que as marés nos polos são sempre baixas, exemplificando esse fato, mostrando (através da internet) um local próximo ao polo Norte, no qual existem marés altas.

Porém, em se tratando de educação contextualizada, há que se atentar para o risco, já mencionado na Introdução, de ao partir da realidade vivida, fixarem-se as interações em torno do que já é conhecido pelo estudante, como conhecimento cotidiano, ou do senso comum (MALDANER; ZANON, 2015), não se trabalhando na dialogia das interações, os obstáculos epistemológicos, redundando, por consequência, no não desenvolvimento do perfil conceitual dos estudantes. Quanto a isso, assim se expressa Ritter (2017):

Quando o enfoque temático estaciona naquilo que as pessoas já sabem dos seus saberes cotidianos, [ ] a natureza desses conhecimentos – cotidianos e científicos – não se modifica, e a função social da escola de ressignificar os conteúdos da cultura, não se cumpre, ou fica comprometida (p. 109).

Nesse sentido pensamos ter avançado na direção da construção do conhecimento científico, como uma Ciência mais prudente, com vistas a um senso comum mais esclarecido, que influa na construção de uma cidadania mais decente (SOUZA SANTOS, 2003). Seguindo na mesma direção da ressignificação de conhecimentos, encaminhamos análise e discussão do eixo temático Matemática, no qual se tratam aspectos da inserção da Matemática, como instrumento de compreensão dos fenômenos científicos em estudo.

Figura 14: Fotografias de aulas do 9º ano.



Fonte: Autoria própria.

Dando continuidade apresentamos e discutimos um eixo temático no qual tratamos especificamente da linguagem científica como aspecto central da interface entre a Ciência e as visões construídas sobre a mesma, reiterando o potencial dos meios mediacionais inseridos nas interações dialógicas, referendando a tese.

## 5.2. EIXO TEMÁTICO: LINGUAGEM CIENTÍFICA

Este eixo temático constituiu-se igualmente como o eixo anterior, por sucessivas aproximações, buscando organizar a escrita, atendendo ao critério de localizar os enunciados apresentados segundo os temas das enunciações constituídos na análise. São eles: Sentidos construídos pela linguagem; Conflito entre modelos explicativos; e Linguagem matemática.

Iniciamos apresentando o **Tema das enunciações Sentidos construídos pela linguagem**, abarcando os aspectos: nomenclatura científica, questões éticas em ciência, e visão popular sobre a ciência. O primeiro aspecto aparece de forma inusitada, no contexto da aula, no enunciado abaixo envolvendo a nomenclatura científica, o que transpassa a discussão, que era originalmente sobre as características físicas das regiões polares, na aula Marés:

*A7M: Sora sora, por que esses nomes... litosfera? A parte da esfera é de esfera, esfera que é a Terra... que nem é muito esfera, que a gente viu no filme... Mas...*

*P: Muitos nomes, palavras científicas não se traduzem, são sempre iguais, porque não são dos idiomas modernos, isso facilita a comunicação científica. Os nomes das espécies vivas, que vocês estudaram no 6º, 7º, por exemplo, são em latim, lembram? Homo sapiens, Ilex paraguayensis... (Diz a professora-pesquisadora, mostrando o chimarrão que circula na aula) Sempre a 1ª palavra em maiúscula e a 2ª minúscula, o gênero e a espécie, lembram?<sup>61</sup>*

*A2M: Queeee sora? Que isso que tu tá dizendo?*

*A3M: Escreve ai sora o nome da erva do chimarrão que eu quero copiar.*

*A9M: Tem Cannabis né sora...*

*P: Tem, Cannabis sativa, também é nome científico. Mas essa é proibida e te deixa mal...*

*A9M: Não deixa nada sora! Só dá um baratinho.*

*P: Mas quem tá tentando sair do fundamental, quem já tem que se virar na vida... Se esforçar pra... Enfim, pra enfrentar os desafios, tudo o que a vida nos manda... Se ficar fumando Cannabis... Vai ficar sem todo o vigor da mente e do corpo pra se dedicar às suas coisas, estudo, trabalho, lazer, esportes...*

Nessa situação da interação verbal reproduzida seria impossível, por motivos morais e até mesmo legais, seguir o curso da aula, ignorando a fala do estudante sobre a *Cannabis*, sendo importante a professora demarcar sua interpretação sobre o consumo de drogas, ao mesmo tempo em que fomenta a confiança no grupo e legitima os estudantes e a professora como parceiros na relação dialógica (FREIRE, 1996). A seguir transcrevemos palavras bakhtinianas que justificam a importância desse diálogo não ter sido obliterado, embora fuja do escopo da aula:

<sup>61</sup> Na retomada do curso das interações, a professora esclareceu que *lithos*, em grego significa pedra.

Em todo ato de fala, a atividade mental subjetiva se dissolve no fato objetivo da enunciação realizada, enquanto que a palavra enunciada se subjetiva no ato de decodificação que deve, cedo ou tarde, provocar uma codificação em forma de réplica. Sabemos que cada palavra se apresenta como uma arena em miniatura onde se entrecruzam e lutam os valores sociais de orientação contraditória. A palavra revela-se, no momento de sua expressão, como o produto da interação viva das forças sociais (BAKHTIN, 1995, p. 66).

Isto posto pensamos que a palavra da professora sobre o uso de drogas precisava ser expressa, sob pena de perder-se oportunidade de contrapor argumentos à ideia do estudante, além de reforçar a integração entre os falantes, como parceiros na comunidade linguística, Bakhtin (2006). Nesta, os gêneros discursivos são fluidos, podendo, conforme o autor, hibridizar-se e interpenetrar-se. Nesse enunciado, pensamos que ocorreu o gênero discursivo do cotidiano, (primário), inserido no gênero sala de aula (secundário), uma vez que o estudante trouxe, muito provavelmente a sua própria experiência com o uso da planta referida. Assim nessa situação houve quebra da linha de pensamento e fala sobre o assunto original (a nomenclatura científica), para tratar desse importante aspecto que intercorre na aula, como sói ocorrer no tipo de interação pedagógica desenvolvida.

Não obstante em situações em que é imperativo não perder a linha de pensamento, em favor da compreensão e da formação conceitual, os atravessamentos constituídos, - como o contexto do desenvolvimento científico e as relações internas e\ou externas à Ciência que se constituem na dialogia da aula, são retomados em seguida, sendo oportunidades de novas aprendizagens contextuais, por vezes tratando-se os temas na própria aula; outras vezes servindo de mote para interações pedagógicas ulteriores.

Atribuímos à sala de aula gêneros discursivos próprios, baseando-nos em Souza e Mello (2008) e Rodrigues (2004), estudiosas da teoria bakhtiniana, pois segundo as autoras é a situação concreta das enunciações que determina o gênero como aspecto constitutivo, sendo o discurso citado o “lugar para se observar o processo de apreensão ativa do discurso do outro” (RODRIGUES, 2004, p. 418). Esta ideia nos parece que ampara atribuir à sala de aula, gêneros discursivos, pois nela constitui-se um discurso típico. Bakhtin (2006) refletindo sobre o problema dos gêneros linguísticos diz que:

cada época e cada grupo social têm seu repertório de formas de discurso na comunicação socio-ideológica. A cada grupo de formas pertencentes ao mesmo gênero, isto é, a cada forma de discurso social, corresponde um grupo de temas. Entre as formas de comunicação (por exemplo, relações entre colaboradores num contexto puramente técnico), a forma de enunciação (“respostas curtas” na “linguagem de negócios”) e enfim o tema, existe uma

unidade orgânica que nada poderia destruir. Eis porque a classificação das formas de enunciação deve apoiar-se sobre uma classificação das formas da comunicação verbal. Estas últimas são inteiramente determinadas pelas relações de produção e pela estrutura sócio-política (BAKHTIN, 2006, p. 42, aspas e parênteses no original).

O enunciado a seguir demonstra a visão do senso comum, veiculada em meios de comunicação (outro gênero discursivo imbricando-se na aula), sobre a Ciência e o cientista:

*A6S: Mas e se os do teu grupo não concordarem com a tua pesquisa sora?...  
A11S: Mas sora, tu não é cientista...? Assim como os que... Que trabalham em laboratórios... Secretos... Que explodem...?*

Nos enunciados aparecem dois aspectos da visão popular sobre a Ciência: como atividade espetacular, de cunho extraordinário, visão histórica, corroborada pela própria história da Física, pois enquanto alguns cientistas faziam demonstrações experimentais para seus pares em Universidades e associações; outros as faziam em praça pública, que assim se tornavam atrações, como a demonstração do vácuo e da pressão atmosférica, com os hemisférios de Magdeburgo, demonstrações de fenômenos eletrostáticos e mecânicos, entre outros, conforme WALKER (2001), feitos para contrapor a mistificação da ciência dos séculos XVI e XVII.

A primeira parte do enunciado mostra preocupação da estudante com a possibilidade de os pares da professora-pesquisadora não concordarem com a pesquisa realizada, aspecto já discutido. Já na segunda parte, temos a associação da Ciência com a política e o governo, visão veiculada em filmes de espionagem/ação, que mostram cientistas trabalhando em projetos secretos, relativos à segurança nacional. Segue a sequência da interação dialógica:

*P: Não, em laboratório secreto não. Que explodem? Mas são cientistas ou terroristas?... E sim, tem esse risco de os do meu grupo não concordarem com o que tô fazendo... Mas tem grupos que pesquisam junto... Pra dar mais segurança ao pesquisador na pesquisa dele.  
(...) A2S: Então sora, a gente viu três filmes que os cientistas faziam coisas que o governo usava, a CIA usava contra as pessoas... Isso é um terrorismo.  
A6S: Ai guri, terrorismo é só... Aqueles que... Explodem bombas, se explodem junto...*

Aqui aparece uma oportunidade para o tratamento integrado do tema terrorismo, que é recorrente na mídia, mas pela reação apática dos outros estudantes, inferimos que não é um tema de domínio da maioria. Houve, após essa aula, conversa com o professor de História no sentido da possibilidade de um trabalho pedagógico multidisciplinar, mas não se chegou à concretização da proposta, pois o colega alegou impossibilidade de tratar do tema, em face dos conteúdos de História previstos para o 9º

ano. A partir desse debate, voltamos nossa atenção para a influência de questões externas à Ciência, inclusive no que se refere à política e à ética:

*P: Vamos fazer mais uma diferença aqui: a Ciência pode ser usada com maus propósitos sim... Pra coisas ruins... Então ela não é boa nem má, mas as pessoas podem fazer bom uso da Ciência ou mau uso... Lembram do filme? Que vocês amaram? Qual a mensagem daquele filme?*

*A3S: Ah sora, tenso sora! O camarada que fez os paranauê todos,... As contas, calculou os sistemas... Com matemática... Mas ele não sabia que era pra aquilo...*

*A13S: Não era um cara. Era uma guria, uma matemática!*

*P: Então! Só o que não pode é o cientista estar trabalhando sem saber o porquê ele faz o que faz. E sim, pode ser que os governos usem Ciência para o mal sim. Inclusive isso já aconteceu... E pode acontecer.*

Do ponto de vista pedagógico, no entender de Arroyo (2017), desenvolver conhecimento com os estudantes acerca do que lhes interessa é uma forma de “elevar as vivências sociais e seus significados à condição de conhecimento a que os estudantes têm direito” (p. 126). A mesma noção expressa Freire (1996) através do questionamento: “Por que não estabelecer uma necessária ‘intimidade’ entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos?” (p. 34, aspas no original).

Neste caso em discussão, o interesse dos estudantes centrou-se nos movimentos da Ciência, sua organização interna e suas relações sociais amplas. Nossa compreensão de Ciência e como exercitamos os processos de ensinar no escopo da pesquisa e fora dela, privilegia essa abordagem, uma vez que procuramos amiúde não deixar de lado oportunidades de tratar das relações dos movimentos da ciência, que surgem nas interações. Já que pensamos que a consideração do contexto constitui o próprio movimento de aprender, enriquecendo as possibilidades de construções conceituais, como demonstramos na análise das aulas, sobretudo na aula Marés. Assim, o contexto e a contextualização constituem esta pesquisa-ação por dois motivos interligados: os movimentos de aprender dão-se via sucessivas recontextualizações, conforme Ritter (2017), e estas ocorrem por meio da linguagem, na qual as palavras sempre são proferidas e devem ser compreendidas relativamente a um dado contexto, conforme Bakhtin (1995):

*Assim [ ] aquilo que constitui a decodificação da forma lingüística não é o reconhecimento do sinal, mas a compreensão da palavra no seu sentido particular, isto é, a apreensão da orientação que é conferida à palavra por um contexto e uma situação precisos... (p. 95).*

Aqui cabe uma observação sobre a tensão epistemológica com a qual lidamos, pois, ao mesmo tempo em que buscamos a contextualização dos conteúdos a serem

ensinados, sem a qual o ensino torna-se anacrônico; o próprio objeto de ensino, o conhecimento científico é por sua natureza, descontextualizado, construindo-se contra o mundo acessado pelos sentidos, ou contra o mundo dado (BACHELARD, 1993); o que traz a necessidade de construir alternativas teórico-práticas para o ensino das Ciências Naturais (CHEVALLARD, 2013; MALDANER; ZANON, 2015). Estes últimos autores enfatizam a especificidade do ensino de ciências no âmbito escolar, como tendo a tarefa de apresentar aos estudantes a cultura científica e proporcionar condições para que eles possam acessá-la. Não obstante, partimos do princípio de que os estudantes já trazem para a escola sua leitura preliminar do mundo, que deve ser considerada ao planejar o ensino.

Nesse sentido apresentamos um aspecto das enunciações relativas à visão popular sobre a Ciência, que parecem ter sua mediação facilitada por meios externos à experiência escolar. No nosso caso, esses meios foram filmes que os estudantes sugeriram ou mencionaram, além do filme que originou os seminários apresentados (COHEN, 2001). Trata-se de um tipo de competência que o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes reconhece como um dos estágios do letramento científico, conforme OECD (2006).

Assim detectamos aprendizagem relacional, pela validação de variadas possibilidades de compreensão sobre conteúdos científicos, através de meios diversos, que, valorizados na escola, auxiliam nas elaborações conceituais dos estudantes. Depois de explicação pormenorizada, distinguindo filmes documentários de filmes ficcionais, relacionando os conteúdos e as abordagens veiculados nessas obras com temas científicos, seguiram-se as interações, apontando a enunciação do conceito de campo, em resposta aos questionamentos da professora-pesquisadora, a partir da apresentação, pelos estudantes, do seu seminário sobre a formação da Lua.

Pensamos que o acolhimento dos comentários e sugestões dos estudantes sobre filmes, bem como das suas curiosidades favoreceu os processos interativos, resultando em aprendizagem mediada num nível sempre de maior complexidade, o qual evidenciou a dupla mediação, por signos e instrumentos (VYGOTSKY, 2001). Desse modo a dialogia da aula é produtora de sentidos, que são formados via interações verbais, como no enunciado abaixo no qual a estudante A3 formula uma pergunta que supera a curiosidade ingênua, pois se articula conceitualmente à dialogia da aula:

*A3G: Mas como a gravidade... Tipo seleciona as coisas que ficam em cima e em baixo?*

*P: Vamos combinar uma coisa: vamos falar em perto do centro e longe do centro, ok?*

*A3G: Por quê?*

*A5G: (dirigindo-se em particular à professora-pesquisadora): sora, isso tem a ver com aquela história?... Não sei bem... Do cara que tava embaixo da árvore e caiu uma maçã, e aí ele viu que tinha gravidade?*

Depois de uma breve explicação ao estudante A5, no sentido de desmistificar a anedota da maçã em queda, relacionada à pretensa descoberta da gravidade, enquanto nos deslocávamos para o refeitório<sup>62</sup> da escola, mencionando os estudos de Galileu sobre o movimento no plano inclinado, voltamos à sala de aula, onde se desenrola o diálogo, objetivando responder à pergunta inicial do enunciado acima:

*P: (...) Tentando responder à pergunta da Rafaela: a massa, por sua própria existência cria a gravidade. A gravidade é uma propriedade da matéria, da massa, que é a medida da matéria. Então havendo massa, há gravidade, e quanto mais massa, mais gravidade. Mas a gravidade depende também da distância. Mas não da mesma forma. Vocês podem pensar na gravidade, como um campo de força, uma modificação no espaço, por causa da existência de um corpo massivo, material.*

A professora-pesquisadora gesticula em torno do modelo, tentando demonstrar o campo gravitacional da Terra e do sol.

*P: Lembram do filme?... Os elementos pesados, como ferro e níquel foram para o centro do planeta e os mais leves flutuaram até a superfície. Na verdade, os mais massivos, com mais massa, ocuparam o centro... Justamente porque é a massa que cria, gera gravidade. A gravidade é uma propriedade da massa, da matéria.*

*A1G: E (...) o filme dizia que demorou muito pra tudo se equilibrar, e que (...) a Terra girava muito rápido...*

*AAG: (...) E o dia tinha só 6 horas e depois desse tempo é que tudo se estabilizou e o dia teve às 24 horas, porque a terra foi girando mais devagar...*

*AAG: Por causa da Lua né sora?*

Para Vygotsky (2001), os processos de aprendizagem de conceitos científicos movimentam os processos de desenvolvimento cognitivo que não ocorreriam se não fosse o contato dos estudantes num determinado ambiente cultural no qual a interação social e cultural é determinante. Assim o mero contato com o objeto do conhecimento, por si só, não garante a aprendizagem e o desenvolvimento das faculdades mentais superiores; o que só ocorrerá a partir dos mecanismos criados pelas interações por meio das quais os códigos compartilhados (símbolos e signos) são significados e compreendidos pelos estudantes, como resultado das mediações realizadas. Por isso ressaltamos que o material exposto neste trabalho retrata caminhos das elaborações conceituais dos estudantes, pela sua apropriação da linguagem científica. Mas não

---

<sup>62</sup> A turma havia sido chamada para a merenda.

podemos precisar o momento das formulações conceituais de cada estudante, por isso os conceitos aqui demonstrados seguiram sendo trabalhados por meio de sistematizações diversas, no correr do ano letivo.

*P: Repetindo, nem tudo explode! Os planetas não explodem. Vamos voltar à linha de pensamento, do que deu forma à Terra e à lua. É o mesmo que deu a lua a forma esférica, e colocou ela em órbita... O filme fala em: algo que “prende a lua em sua órbita”... O que é esse algo? Lembra, na formação da Terra o filme fala que algo pôs ordem ao caos...*

*A20G: A gravidade... (cochicho).*

*P: Sim! A gravidade é o que reuniu os pedaços de partículas, pedras, tudo, formando a esfera lunar. E é o que organizou a Terra também, na época da sua formação.*

Com algumas perguntas, os estudantes chegaram à palavra gravidade, como elemento unificador das configurações dos corpos celestes e das relações entre eles. Encaminha-se, assim, o desenvolvimento do conceito de gravidade pelos estudantes, integrando-se ao perfil conceitual, que de acordo com Mortimer (1995), envolve uma enculturação, ou seja, o acesso gradual do estudante à cultura científica, já que “Sem as representações simbólicas próprias da cultura científica, o estudante muitas vezes se mostra incapaz de perceber, nos fenômenos, aquilo que o professor deseja que ele perceba” (MORTIMER, 1995, p.6).

No enunciado abaixo, destacamos um diálogo que revisita a diferença entre os estados de agregação, estabelecendo por que os líquidos e gases chamam-se fluidos, demonstrando a importância axiológica da palavra dita, para a construção de significados, na dialogia da aula:

*P: Vamos lá, analisem como é, como são os materiais, nos diferentes estados físicos... Tem a ver com isso de a gravidade da lua ser capaz de puxar a água da Terra.*

*A2M: Sora é aquilo que os sólidos são... Tipo costumam a se deformar... Mudar de jeito, de forma... E os líquidos mudam de forma? Fácil?...*

*A3M: Ah sora! Mas isso aí não tem um nome... Isso é...*

*A7M: **Tem nome sim, olha é: fluido!** Os líquidos e os gases, e vapor isso, esse tipo... Eles fluem... Eles não ficam sempre igual...*

*A2M: Ah eu me lembro! Tu trouxe balão né sora... E também a gente foi pro pátio e botamos água em coisas diferentes...*

*A5M: Ai guri, não é coisa, é recipiente!*

*P: Isso! É isso mesmo! É a propriedade que os líquidos e gases tem de fluírem, de serem fluidos, aliás eles são chamados de fluidos, justamente por isso! Então, por esse motivo, por a água ser fluida, ela é puxada mais, na verdade o efeito da puxada, que é a força da gravidade da Lua é mais intenso na água, porque ela oferece menos resistência a ser puxada que a parte sólida da Terra, a litosfera.*

Nesse caminho de construção conceitual, surgiram conceitos auxiliares e outros associados ao tema principal então tratado, tais como *elemento* e *substância*. Essas

emergências ocorrem pela característica do filme de abordar muitos conteúdos, sequencialmente e pela natureza dialógica e dialética das interações estabelecidas.

*A4G: Não! As estrelas, não dá pra saber se são redondas, porque elas tão sempre explodindo...*

*A5G: Não! O que explode são as supernovas... E as gigantes vermelhas... Ah, tudo explode!*

*P: Não, nem tudo explode gente, (...) mas mesmo assim, mesmo os corpos celestes que explodem, dá pra dizer, que mesmo explodindo... Eles tendem a ser redondos, esféricos. Já já vocês vão entender por que...*

*A13G: Quando explodem formam os elementos. É uma fábrica de **elementos**. Eu lembro bem disso! Eu pensava que os elementos... tudo, **substâncias** eram fabricados em empresas, tipo fábricas mesmo... aqui na Terra.*

A partir de agora, passamos a tratar dos temas de enunciação relativos à natureza da Ciência, que surgiram em forma de conflitos cognitivos, ensejados pelos conflitos entre modelos, que ocorreram sob dois aspectos a saber: (in)adequação do uso do modelo físico em relação à realidade percebida; conflito entre sistemas conceituais diferentes ou modelos explicativos diferentes.

Passamos ao **Tema de enunciação Conflito entre modelos explicativos**, que se estabelecem entre sistemas conceituais diferentes e, também, pela inadequação (na visão dos estudantes) do uso do modelo físico à realidade percebida. Esses conflitos podem ser entendidos como passos no processo de evolução do perfil conceitual, conforme Mortimer (1996): “novas ideias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as ideias anteriores” (p. 23). Esses conflitos podem ser de naturezas diversas, incluindo a situação em que se coloca o estudante, quando se permite que seu discurso interior se exteriorize (Vygotsky, 2001), fazendo parte do movimento dialético, pois passam a coexistir um sistema de pensamento provavelmente elaborado sincreticamente; e os modelos aprendidos na aula ou de outras fontes. O perfil conceitual é uma escala evolutiva, mas não linear, na qual podem conviver ideias prévias e ideias formuladas no movimento de aprender, como um “sistema supra-individual de formas de pensamento que pode ser atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura” (MORTIMER, 1996, p. 34). A seguir transcrevemos a expressão de uma estudante que até esse momento da aula esteve silenciosa parecendo ausente:

*A13G: Professora,... a senhora falou de avião e nave espacial... Mas não dá pra chegar no céu né?...*

*(Ergue o modelo novamente).*

*P: Dá! Em qualquer parte fora da Terra, já é o céu. Aqui, aqui e aqui... Em qualquer local aqui fora, mesmo na região de influência do campo...*

*A13G: Não, mas o céu, não é infinito?? A gente só pode olhar daqui... Não dá pra ir até o céu, as nuvens... né?*

*P: Vamos com calma: as nuvens estão bem perto de nós, aliás quando tem uma cerração, é como se nós estivéssemos dentro da nuvem... Eu tenho, aqui no celular, um vídeo que fiz de dentro do avião, que estava sobre as nuvens, acima delas... Olhem aqui... Observem, vejam as nuvens abaixo da asa do avião e a vegetação lá embaixo e depois a cidade, quando estava descendo...*

Parece que o vídeo e as explicações convencem a estudante em relação às nuvens, mas ela segue argumentando sobre a inexistência de limites do céu:

*A13G: Tá as nuvens, tá,... Mas o céu... O céu não tem limite. Não dá pra ir lá!*

*P: É, concordo contigo sobre o limite, não ter limite. Na verdade pra isso tem também teorias diferentes: uma de que o universo está expandindo... Desde o Big Bang... E que um dia vai começar a se contrair... Mas há quem pense que não tem limites mesmo. E tem ainda uma terceira ideia... De que na verdade o universo não é apenas um... Mas que existe um pluriverso... Mas são teorias.*

*A13G: O céu é um só, não acredito nisso aí... Plural... Só sei que o céu não tem limite e não dá pra chegar lá.*

*P: Pra eu te compreender: O que estás querendo dizer com limite do céu? É o limite do universo? Este realmente não sabemos... Mas o que chamamos de céu... É relativo. Eu penso... Eu entendo que o céu... Sejam as camadas de atmosfera, já seria o céu... Acho que o que é importante compreender que o céu azul que nós vemos daqui de dia... Ou escuro à noite, ele não é uma capa, uma casca... Não é material sólido. É material porque são gases e partículas, da alta atmosfera... Depois espaço, espaço sideral...*

*A5G: Sora acho que ela quer dizer o outro céu... Que a gente vai depois que morre...*

*A13G: Não tem dois céu, céu é um só... E não dá pra chegar lá... E é pra onde a gente vai depois... Os bons né.*

*P: Bom, esse céu é uma questão particular... De crença pessoal, de cada um... São campos diferentes de saber... Não devem se misturar. Já foram misturados no passado, mas não é uma coisa boa misturar. Não sei se ajudei a esclarecer... Tua questão...*

Entretanto, segundo Bakhtin, a estudante já colocou sua própria ideia em cheque ao expressar-se, pois:

Sempre que um julgamento básico de valor é verbalizado e justificado, podemos estar certos que ele já se tornou duvidoso, separou-se de seu referente, deixou de organizar a vida e, conseqüentemente, perdeu sua conexão com as condições existenciais do grupo dado (BAKHTIN, 2006, p. 8).

Mas o curso dessa superação de conceitos prévios, em favor dos cientificamente aceitos, não pressupõe troca automática de ideias; antes ela ocorre processualmente, por meio da evolução do perfil conceitual (MORTIMER, 2002). Na sala de aula manejamos com diferentes contextos, e essa diferença não somente é relativa aos contextos de diálogo, mas também diz respeito ao contexto social amplo, o que configura, como sabemos a escola e a sala de aula como ambientes, para os quais convergem fatores multirreferenciados, aí residindo sua riqueza e também seus desafios. Entre esses desafios está lidar com o estudante quieto, herdeiro de uma tradição escolar

do silêncio e do silenciamento. Aqui, Bakhtin (2006) ajuda-nos a compreender esse comportamento discente:

A introspecção, enquanto tal, segue uma orientação que vai do signo interior ao signo exterior. Por isso, a própria introspecção é dotada de um caráter expressivo. Ela constitui, para o indivíduo, a compreensão de seu próprio signo interior [ ] durante o processo de auto-observação, a atividade mental é recolocada no contexto de outros signos compreensíveis. O signo deve ser esclarecido por outros signos (BAKHTIN, 2006, p. 61).

Também Smolka (2000) nos auxilia a compreender comportamentos aparentemente alheios apresentados por alguns estudantes: “essa resistência – do sujeito, da palavra, às palavras (dos outros) – certos modos de apropriação podem, no entanto, ocorrer, produzindo sentidos não esperados, não previstos, não predizíveis” (SMOLKA, 2000, p. 37). A experiência da prática teorizada mostra que é impossível e estéril ensinar os conceitos de uma forma direta, pois o movimento de aprender depende desse movimento mental guiado por signos que circulam no ambiente de aprendizagem mediada. Do mesmo modo pensa Vygotsky (2001):

A experiência prática mostra também que é impossível e estéril ensinar os conceitos de uma forma direta. Um professor que tenta conseguir isto habitualmente mais não consegue da criança, do que um verbalismo vazio, um psitacismo que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade só encobre um vácuo (p. 73).

Nos enunciados que seguem fica claro o conflito entre o uso do modelo pela professora e a realidade percebida e, também, o conflito entre duas abordagens diferentes dos fenômenos, que implicam diferentes sistemas de pensamento, o pensamento físico, do campo da astronomia, e o pensamento geográfico, sobre a natureza e acessibilidade do céu, que ilustramos a seguir:

*P: O modelo foi feito pra colocar em cima da mesa, mas do ponto de vista do espaço onde estamos, onde estão a Terra, a Lua e o Sol, o que impede que a gente veja esse modelo assim:*

Vira o conjunto com a base para cima, e mantem o conjunto erguido no ar. Outros estudantes se aproximam da mesa central onde a professora gesticula.

*P: (...) Nós estamos acostumados, aqui na Terra, a ver as coisas considerando o em cima e o embaixo, mas do ponto de vista astronômico, espacial, não há, (...) não existe em cima e embaixo... O que há é: perto do centro, e longe do centro. Da mesma forma, não fazem sentido, do ponto de vista astronômico, vemos os mapas assim: (desvira o conjunto e mostra que estamos ao Sul), mas que isso só quer dizer em baixo, nos mapas, que são representações... Isso pode ser útil pra orientação espacial no planeta, na Terra... Do ponto de vista geográfico, mas do ponto de vista astronômico, não faz sentido o em cima e o embaixo.*

*A2G: Mas como sora... Tá virado isso assim... não pode ser.*

*P: O que não pode ser?*

*Al1G: Tá virado ora!*

*P: Então... Nós pensamos que não pode ser, que tá virado porque estamos acostumados a pensar com a cabeça geográfica. Para a geografia, que é a escrita da Terra... Sobre a Terra é importante fixar pontos... Pontos... E parâmetros, latitude, longitude, e também porque a gente usa mapas que são representação em duas dimensões.*

Gesticula tocando a superfície da mesa.

*P: Mas do ponto de vista de nós no espaço, do nosso planeta Terra no espaço... Esses parâmetros não tem importância. A perspectiva é outra (...) Não tô falando que um domínio, uma ciência é mais ou menos importante (...) É só... Diferente. E é bom a gente conhecer perspectivas diferentes do conhecimento... Campos diferentes de conhecimento. Abordagens... Que são jeitos de interpretar, de ver a realidade.*

Essa relação entre modelo e realidade, abarcando ainda campos diferentes do conhecimento científico ancora-se na relação deste – como sendo construído contra o mundo dado, com o conhecimento escolar da Ciência. O que traz a necessidade já mencionada de que o ensino de Ciências seja planejado levando em consideração essa particularidade, como apontam Maldaner e Zanon (2015), para quem o movimento de (re)contextualizar os conhecimentos científicos faz parte da formulação do conhecimento escolar, por parte das/os professoras/es, indo além de uma simplificação do conhecimento científico: “Entendemos que tornar disponíveis pedagogicamente, os conhecimentos científicos é considerar novas dimensões socioculturais dos escolares a que se destinam e necessidades que têm e sentem para a aprendizagem escolar” (MALDANER; ZANON. 2015, p. 349). E, esses movimentos ocorrem tendo em vista as aprendizagens possíveis de vários sujeitos na sala de aula, complexificando ainda mais os processos.

Nesse espaço, o espaço da docência-discência, como diz Freire, integram-se e põem-se em convivência essas duas dimensões, o real dado (a visão empírica dos estudantes) sobre os fenômenos em estudo, e o real construído (os conhecimentos científicos) (MALDANER; ZANON, 2015), com os quais os estudantes tomam contato e os reformulam, por meio das mediações inseridas, resultando então nos movimentos de aprender que, finalmente, são apropriados como aprendizagens. Nesses movimentos, os modelos são importantes meios\mediações entre essas duas esferas do conhecer, facilitando o acesso gradual dos estudantes à cultura científica, que é o processo de enculturação, proposto por Mortimer (1996).

Entretanto os modelos físicos ou virtuais são eles mesmos acessíveis aos sentidos, ao mesmo tempo em que pretendem ser uma representação de um fenômeno,

ou situação que se quer ensinar e aprender. Nessa zona de interação, que, do ponto de vista da aprendizagem, implica a zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky (2001), os modelos têm importante papel de mediar compreensões, nem sempre de forma linear e aceita pelos estudantes, como se observa nos enunciados acima. Segundo o autor “os conceitos científicos implicam logo de início uma atitude “mediada” relativamente ao seu objeto. Embora os conceitos científicos e espontâneos se desenvolvam em direções inversas, os dois processos estão estreitamente relacionados” (VYGOTSKY, 2001, p. 93). E no ensino e na aprendizagem de conceitos científicos, os modelos medeiam, estabelecendo conexão entre o conhecimento, o sujeito que já conhece (o\ a professor\ a) e o sujeito que está em processo de conhecer. Além disso, o trabalho com modelos pode conferir ao tratamento dos conteúdos, uma característica da Ciência contemporânea, a incerteza. Refletindo sobre o uso de modelos na alfabetização científica, Chassot (2003) destaca a importância desse aspecto: “talvez a marca da incerteza, hoje tão mais presente na ciência, devesse estar mais fortemente presente em nossas aulas” (p. 98).

Finalizamos a discussão do eixo temático Linguagem Científica, com o **Tema de enunciação Linguagem Matemática na formação conceitual**.

Na Aula Gravidade, aproximações ao conceito foram elaboradas pelos estudantes a partir do estudo do modelo físico Terra-Lua-Sol, que, no processo das interações, requereu modelagem matemática, partindo da inserção de um parâmetro geométrico simples: o diâmetro. No enunciado abaixo, é possível verificar a introdução da ideia de diâmetro como mediação, pela professora, em resposta ao motivo pelo qual o provável evento que formou a Lua foi mais devastador do que a queda do asteroide que teria ocasionado a extinção dos dinossauros:

*P: ...O asteroide que se chocou com a terra e acabou dando origem à lua, era muito maior do que o outro que ocasionou a extinção dos dinossauros. Esse é o 1º aspecto. Os colegas mencionaram... O tamanho do asteroide que ocasionou a formação da lua, está aqui: 6.800Km, aproximadamente o diâmetro de Marte.*

*P: O que significa diâmetro? Me mostrem o diâmetro dessa figura aqui. E se fosse esférica?*

Gesticula, demonstrando a esfera, a partir do desenho; os estudantes gesticulam simulando um corte da esfera.

*P: Pra facilitar a conta, de cabeça: vamos considerar que o diâmetro do 2º asteroide seja 6000Km. Quanto é 6000:12? Vamos considerar 12Km o diâmetro do outro, também pra facilitar a conta... Se fosse 6000 dividido por 6, qual seria a resposta?  
A5G: 1000.*

*P: Mas não é seis, não é por seis, (...) É por 12,... Fizemos isso só pra facilitar a conta... Sendo o diâmetro do asteroide, 12Km, quanto dá?*

*A6G: É a metade sora: 500.*

*P: Isso mesmo: o asteroide que formou a lua é, pelas nossas contas, aproximado tá gente... 500 vezes maior do que o outro! O outro que... Desencadeou os eventos que, depois de muito tempo, acabaram por extinguir os dinos.*

Mas esse processo de aceitação da Matemática como mediação legítima não se deu de forma tranquila, sem questionamentos por parte dos estudantes, como se pode ver no enunciado abaixo:

*A15G: Sora... vai continuar assim...? A aula... Cheia de matemática...?*

*P: Sim! Vai sim! Pra entender Física, usamos Matemática. Na verdade a linguagem da Física é a Matemática! Nós podemos escrever sobre os fenômenos... Textos, mas pra Física avançar, pra os físicos elaborarem modelos e teorias mais adequados..., usam Matemática!*

Pensamos com Mortimer (1996), que é importante apresentar aos estudantes ao *modus operandi* similar ao da própria Ciência, e também inseri-los nas práticas científicas, pois “Aprender ciência envolve um processo de socialização das práticas da comunidade científica e de suas formas particulares de pensar e de ver o mundo, em última análise, um processo de "enculturação”” (MORTIMER, 1996, p. 24, aspas no original). Entretanto esse processo encontra resistência entre muitos estudantes que, nas séries finais do ensino fundamental, já formaram o seu próprio *modus operandi* de ser estudante, herdando a tradição da educação bancária, o que naturalmente dificulta o processo pretendido de enculturação. Voltando à evolução do perfil conceitual, nessa aula a matematização evoluiu de um nível simples, a partir da inserção do conceito “diâmetro”, pela professora, como parâmetro de comparação entre corpos celestes diferentes. A partir daí passou-se a análise dimensional da equação da gravitação, para chegar a um conceito complexo e relacional que é a Gravidade que na apropriação de parte dos estudantes pode evoluir, como se pode ver no enunciado apresentado a seguir:

*P: Vamos fazer simulações numéricas, variando os valores... Considerando a gravidade entre dois corpos celestes, a certa distância um do outro...*

*(...)*

*P: Esse tipo de coisa, simular valores é comum em ciência pra (...) estudar situações,... fenômenos, pra construir o entendimento. E é isso que a gente quer aqui... Construir entendimento. Então, vamos considerar que esse aqui tenha massa de 4 e esse aqui de 2, ok... Quatro unidades de massa e duas unidades de massa, certo<sup>63</sup>? (...) São corpos celestes tá. Eles estão a uma distância fixa de duas unidades de distancia.*

*(...)*

*Então vamos lá:  $Fg = G \frac{4 \cdot 2}{2^2} = 8G / 4 =$ , quanto dá?*

<sup>63</sup> Em partes omitidas da transcrição da aula a professora-pesquisadora explica a possibilidade e a utilidade de se fazer uma análise do fenômeno, omitindo momentaneamente as unidades de medida.

A10G: 2G.

P: Isso, 2G. Mas, se um desses corpos celestes aumentasse a massa dele, em razão de uma colisão com outro, com outro corpo, como aconteceu já com a Terra, e sua massa aumentasse para 3 unidades. Isso é hipotético tá gente, é só pra gente ver como funciona a gravidade, em termos da influência da massa tá. Então teríamos:

$$= G12 / 4 = 3G,$$

P: E se a massa de do mesmo corpo aumentasse pra 4 unidades:  $= 16 / 4 = 4G$ , então o que concluímos daqui? Olhem para as três equações... Vocês têm que comparar as três...

A16G: A gravidade era 2 e agora dobrou.

P: Por que dobrou?

A3G: Porque dobrou o M... Era 2 e agora é 4.

P: Isso! Mas o que é esse M, na equação? É a massa. Então o que vocês concluem?

A16G: Que se aumenta a massa, aumenta a gravidade.

P: Isso! Temos que concluir que quanto maior a massa, maior a força gravitacional! Mais que isso...: quando dobramos a massa, a força da gravidade também dobra. Diretamente proporcionais!

(...) P: Então vemos que quanto maior a massa, maior a gravidade, e quanto maior a distância (...?) maior ou menor será a força da gravidade?

AAG: Menor! É muito menor professora...

P: Então, concluindo: a força da gravidade depende de quê mesmo?

AAG: Da massa... e da distância, mas depende da distância ao contrário.

A16G: Do contrário, mas elevado a 2... Ao quadrado.

P: Isso! Depende do modo inverso do quadrado da distância! E de modo direto das massas...

Assim, consideramos que o pensamento matemático proporcionou uma via concreta para o raciocínio causal, que culminou em elaboração e reelaboração conceitual. Sobre a inserção de recursos matemáticos mediadores de aprendizagens, assim posiciona-se Pietrocola (2002):

Ao concebermos a apreensão do real como fruto de um processo de interação dialética entre abstrato e concreto, entre teórico e empírico, não há como evitar o tratamento da Matemática como elemento que participa, com sua especificidade própria, do contexto da construção do conhecimento (p. 106).

Considerando as três aulas, a matematização do conteúdo, como meio de lograr a construção conceitual apresentou evolução ou refinamento, pois se desenvolveu a partir de uma iniciativa da professora (na Aula Gravidade), com reclamações por parte dos estudantes; passou pelo uso pelos próprios estudantes, para embasar suas argumentações, na Aula Marés. Finalmente na Aula Modelo Atômico X Sistema Solar recursos matemáticos foram usados pelos estudantes, como fundamento na preparação do seminário, como mostramos nos enunciados a seguir, sendo que o primeiro deles denota apropriação da linguagem matemática pelas estudantes, que constroem e externam argumentos, na aula Marés, baseadas em cálculos que fizeram, derivados da aula anterior:

*A8M: Mas sora, como eles botaram<sup>64</sup> também o efeito, a puxada do sol?... Se o sol tá muito mais longe e a gente viu... na outra aula...*

*A7M: É sora, a gente calculou, tu mandou a gente **calcular a força da gravidade do sol, que é muito menor, por causa do quadrado... Da distância ser ao quadrado... Então como tá ali o sol?***

*P: Boa! Essa pergunta! Mas cuidado! Vocês não calcularam a própria força, lembram? Vocês calcularam a proporção entre as forças devidas ao sol e à lua. Mas tá ótimo. É que são efeitos que se somam. É o efeito da gravidade da Lua que é o dominante, pela distância ser menor, como vocês tão dizendo, mas, embora menor, o efeito da gravidade do Sol também existe e ele potencializa o efeito da Lua. Dependendo da posição. Entenderam? Olha! A sora tentou achar um simulador que fosse mais lentinho, pra vocês verem, perceberem melhor... Mas a gente pode ir passando e parando... Olha! Assim dá pra vocês perceberem... qual é a condição de maré mais alta? Olhem aqui!*

A professora aciona várias vezes o simulador, outro meio importante, que neste enunciado mostra sua propriedade mediacional, evidenciando a evolução do perfil conceitual dos estudantes, em relação ao uso da Matemática como ferramenta potente para elaborar compreensões conceituais. Se na Aula Gravidade houve descontentamento com essa utilização; nesta aula, os próprios estudantes tomam a iniciativa de argumentar utilizando dados numéricos que haviam calculado na aula anterior, denotando a apropriação e uso da linguagem como instrumento da mediação semiótica (VYGOTSKY, 2001). Especulamos que esta evolução possa ser fruto da contextualização exercitada ao longo das interações, pois de acordo com Ritter (2017) esta desenvolve a “capacidade docente e discente de mobilizar conceitos diante de uma nova situação...” (RITTER, 2017, p. 113), facilitando a apropriação do mesmo conceito de gravidade em níveis mais elevados de abstração e interpretação por parte dos estudantes.

Essas apropriações desenvolvidas oportunizaram construções conceituais, por meio de signos em evolução, pois ao analisar uma posição relativa específica do sistema Terra-Lua-Sol, encaminha-se a caracterização do caráter vetorial da força da gravidade:

*P: (...) Então: esse é o ângulo reto, é o ângulo de 90°. É especial. Então, estando a Lua e o Sol a 90° um do outro, em relação à Terra, nesse ângulo, como vai ser a força da gravidade? Que efeito ela terá na maré?*

*A10M: Ai é como se... Tipo se anula os efeitos né sora?*

*P: Isso! Quando o Sol e Lua são vistos a 90° um do outro, ângulo reto, ocorrem marés medianas, com menor desnível de altura, a maré alta não é muito alta e a baixa não é muito baixa. São as marés de Quadratura.*

*A3M: E por que que esse ângulo... Especial que tu diz... Porque ele importa... Faz a influência... A maré ser menor?*

*P: Show! Eu tava esperando essa pergunta! (...) Isso tem a ver com a força da gravidade ser um vetor, uma grandeza vetorial. Anotem isso. Sublinhem:*

<sup>64</sup> A estudante se refere ao fenômeno da maré, fazendo subir e descer as águas dos oceanos, em razão da interação gravitacional, observado em um simulador digital virtual, usado em aula.

*Grandeza vetorial<sup>65</sup>. E grandezas vetoriais são muito, muito importantes em Física...*

Esse enunciado revela a curiosidade epistemológica, que se demonstra pela capacidade de argumentação matemática das estudantes, que estão em processo de evolução do seu perfil conceitual (MORTIMER, 2002), pois relaciona dois aspectos distintos do conteúdo, além do fato primordial de autorizarem-se à argumentação usando a Matemática. Na aula Modelo Atômico X Sistema Solar temos:

*A1S: É isso, e como a sora N\* gosta que a gente sempre ligue as coisas, a gente falou com a sora de Matemática, e ela nos explicou isso da notação científica, que gente já era pra saber, mas...*

*A2S: (...) E que tá tudo relacionado... Pra entender dentro do átomo, pode ser o átomo dum pedacinho de Júpiter, ou de qualquer coisa... A gente... Os cientistas usaram justo o modelo do sistema solar pra entender como é o átomo. É só questão de escala... Facilita as contas, mas o modelo, o modelo é o mesmo. O sistema solar... E o átomo, dentro dele é parecido. O núcleo seria o sol e os planetas seriam os elétrons girando, orbitando... Tudo parecido, só que um muito pequeno e outro muito grande.*

*P: Show guris! Muito bom! Microcosmo e macrocosmo. Mas só tenho uma observação a fazer: o sistema solar serve de analogia... É comparação, com o modelo de Rutherford, não é com o modelo que atualmente é aceito como mais correto.*

*A2S: É sora a gente sabe, mas a gente gostou dessa coisa da comparação... Como tu disse... do micro e do macro.*

Neste enunciado a incorporação das palavras da professora (*micro e macro*), como palavras semialheias, denotando a perspectiva dialógica bakhtiniana, que associamos às perspectivas freireana e vigotskiana, pois o espaço-tempo de fala do estudante é utilizado para elaboração conceitual, desenvolvendo o pensamento, que está em relação simbiótica com a palavra.

Consideramos que os temas de enunciação contêm a gênese do currículo em ação ganhando autoria na relação com os meios mediacionais inseridos, tanto pela docente quanto pelos discentes, nas interações dialógicas. Trata-se das significações e dos sentidos que esse processo dialógico e dialético é capaz de proporcionar, respondendo relevantemente a questão de pesquisa, que repetimos para facilitar a leitura: “Como as manifestações dos estudantes em sala de aula, são capazes de apontar o redirecionamento necessário do curso da aula e do programa de ensino, para que a aprendizagem possa ocorrer dialeticamente?”, por meio de um desdobramento dessa questão, que a refina: Por que processos as manifestações dos estudantes em sala de aula podem constituir-se como mediações entre os movimentos de ensinar e aprender, para que a aprendizagem possa ocorrer dialógica e dialeticamente? Processos de

<sup>65</sup> Após essa sequência de aulas, essa situação foi utilizada para diferenciar grandezas vetoriais, das grandezas escalares.

mediação semiótica são explicitados e nomeados ao longo dos temas de enunciação. São meios mediacionais (signos e instrumentos) que operaram tanto na significação quanto na ressignificação de temas e conceitos e cujo perfil evoluiu à medida que novos “meios” foram inseridos, pela necessidade tanto da professora-pesquisadora, quanto dos estudantes.

Isso se torna possível com o fomento, o acolhimento e a valorização da voz discente, por parte da docente – em dialogicidade – com as devidas significações dinâmicas, processuais e dialéticas que essas vozes trazem por meio do que é enunciado, dando forma ao pensamento expresso no gênero de discurso da sala de aula, permitindo-nos postular que as interações pedagógicas mediadas discursivamente (enunciações docentes e discentes) são potencializadoras de um gênero de discurso, que não é do conhecimento científico e tampouco do conhecimento cotidiano. Esse gênero é um híbrido teórico-prático das formas de significação e apropriação dos sujeitos que as enunciam. Esse híbrido incorpora o próprio conhecimento docente, integrante desse gênero; mas, sobretudo, os discursos discentes que ganham significado e sentido para o estudante que fala. E mais que isso, a manifestação dessas construções mentais externadas é capaz de mobilizar saberes discentes, numa relação simbiótica com os saberes docentes mobilizados no fazer pedagógico.

De acordo com nossa experiência como docente no ensino básico, o tema natureza da ciência e do conhecimento científico dificilmente constitui-se como objeto de estudo nesse nível de ensino, diagnóstico corroborado por muitos pesquisadores em ensino de ciências, que ao mesmo tempo em que apontam essa realidade, defendem a importância do tratamento dos temas relativos à natureza da Ciência na escola básica, já há mais de vinte anos (MALDANER 1995, 2015; MATTHEWS, 1995; SANTOS e SCHNETZLER, 1996; PIETROCOLA, 2002; PAULA e BORGES, 2007; PERERIRA e OSTERMANN, 2012; PEREIRA e LIMA JÚNIOR, 2014).

Finalizando a análise das aulas do 9º ano cumpre esclarecer que o processo dialógico desenvolvido elevou o nível cognitivo das interações e das construções conceituais dos estudantes, de modo que foi necessário ultrapassar os limites materiais da própria escola, na busca por oferecer aos estudantes vivências pedagógicas mais significativas e enriquecedoras, em termos de conhecimentos de Química e Física. Assim, como movimento de replanejar as aulas para o 2º semestre letivo, planejou-se e desenvolveram-se duas aulas-visita aos laboratórios de Física Geral e Química Geral da Universidade Federal do Rio Grande. Nessa oportunidade, os estudantes foram

orientados a circular entre os vários experimentos previamente organizados, interagindo com bolsistas do laboratório (no caso do laboratório de Física) e estudantes universitários, que explicaram conceitualmente os experimentos expostos e os fenômenos envolvidos. Solicitamos previamente que as explicações fossem adequadas ao nível do Ensino Fundamental e instruímos os estudantes a circular entre os experimentos, a questionar e escolher um dentre todos, para ater-se, registrando informações, para posteriormente produzir um trabalho de pesquisa a ser desenvolvido em casa e em aula, relacionado ao experimento escolhido.

Já no laboratório de Química Geral demonstraram-se experimentos relativos às reações químicas, assunto com o qual os estudantes já haviam tido contato inicial, em aula. Essa aula também foi de muita interatividade entre os estudantes, o professor anfitrião e a professora-pesquisadora. Os trabalhos oriundos dessas aulas-visita foram produzidos pelos estudantes e apresentados em aula, durante o 2º semestre letivo, da mesma forma dialógica e dialética que na sequência de aulas analisadas.

Figura 15: Fotografias de aulas do 9º ano e produção dos estudantes.



Fonte: Autoria própria.

Encaminhamos a seguir resumo geral da análise das aulas de ambos os adiantamentos.

## VI. RESUMO DAS ANÁLISES – MOVIMENTOS DO-DISCENTES, TEMAS DE ENUNCIÇÃO E CONSTRUÇÃO CONCEITUAL

*“A educação [ ] se fará tão mais verdadeira quanto mais estimule o desenvolvimento desta necessidade radical dos seres humanos, a de sua expressividade.” (FREIRE, 2003, p. 20).*

Os resultados da pedagogia proposta e desenvolvida fazem-se notar sob alguns aspectos principais, tais como: manifestações dos estudantes, que se constituíram em enunciações pela análise, denotando e explicitando que elas serviram para, via diálogo, a professora-pesquisadora operar a mudança no curso da aula e no programa de ensino, como ficou evidenciado, em maior ou menor grau em vários pontos deste relatório de tese.

Em relação ao tema natureza da Ciência, constituído tanto nas aulas do 7º como do 9º ano, partimos do fato de que ele não estava previsto nos planejamentos, e analisamos a riqueza das construções conceituais que emergiram dos posicionamentos, dúvidas e questionamentos expressos pelos estudantes, por sua vez, frutos do fomento ao diálogo e da aceitação das suas manifestações. Pereira e Ostermann (2012), ao interpretarem a teorização da ação mediada de Wertsch, tratando de padrões comunicativos em sala de aula (LEMKE, 1990; MORTIMER, 1995), mencionam um tipo de organização didática, que inverte a sequência IRA (interrogação docente, resposta discente e avaliação docente) e formula uma prática comunicativa chamada ‘comunicação transformativa’, cujos “resultados mostraram que o uso [desta] possibilitou a transformação das ações iniciais dos alunos em formas de ações mais sofisticadas de modo que professor e alunos não haviam previsto” (PEREIRA; OSTERMANN, 2012, p. 36).

Alargando essa compreensão, nesta pesquisa sustentamos que as ações pedagógicas mediadas que desencadeamos foram capazes de instituir relações intermentais (WERTSCH, 1998) sofisticadas e que estas produziram conhecimentos não previsíveis no planejamento inicial. Tal fato aponta para a necessidade de replanejamentos da aula e do programa de ensino, que efetivamos, tendo em vista essas

intercorrências (adequadas ou inadequadas, do ponto de vista científico) manifestas pelos estudantes, no curso das interações pedagógicas.

Assim as interações pedagógicas estabelecidas propiciaram, no 9º ano, construções conceituais relativas à natureza da Ciência, não originariamente planejadas, apresentadas em forma de Eixo temático, a partir dos conteúdos relativos à Gravidade (Aulas 1 e 2) e à relação entre o Modelo atômico de Rutherford e o Sistema Solar (Aula 3), as quais destacamos como os Temas das Enunciações: Movimentos da Ciência; Caráter não absoluto das teorias; e Interface entre conhecimento científico e cotidiano através da contextualização local.

Já no 7º ano, as reflexões sobre a natureza da Ciência constituíram-se no eixo temático 1 (Visão discente sobre a Ciência e as práticas escolares), como tema de enunciação Conhecimento escolar e conhecimento científico. Além de ter se constituído nos eixos temáticos Método experimental e instrumentos científicos; e Gráficos e representação matemática.

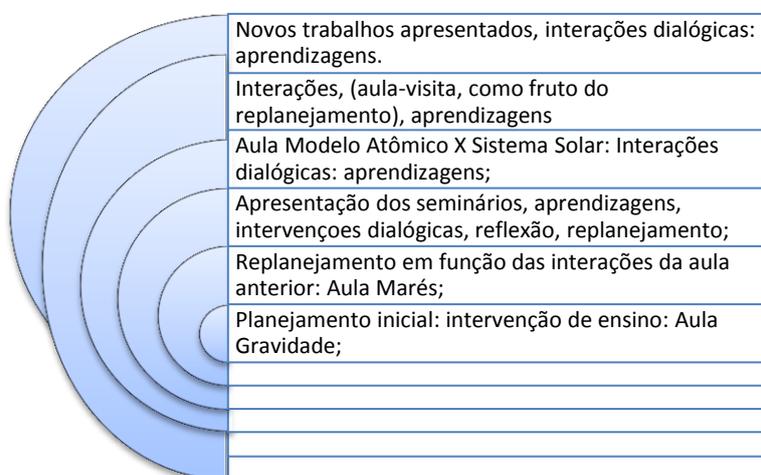
Com base nesses resultados, pensamos ter auxiliado os estudantes a elaborarem conhecimentos, pelas via das interações dialógicas, trabalhando os sentidos atribuídos por eles às palavras, sempre conceitos na linguagem vigotskiana. Destacamos a dialeticidade entre os processos de ensinar e aprender, a que Freire atribui primazia ao aprender, como experiência “realmente fundante. Não temo dizer que inexistia validade no ensino de que não resulte um aprendiz em que o aprendiz não se tornou capaz de refazer o ensinado...” (FREIRE, 1996, p.26). Também Etges (2008) discute a importância da capacidade do estudante de recriar, na comunicação, via linguagem, o que aprendeu, como indício de aprendizagem:

Se o educando aprendeu alguns poucos construtos e os revolveu de cima a baixo, e se ele soube transpor tais construtos e subconstrutos para outros contextos, se ele soube reduzi-los para colegas em trabalhos de grupo, etc, ele aprendeu a ser livre frente aos construtos (ETGES, 2008, p. 90).

As origens dos enunciados, o seu contexto de aparecimento nas falas dos estudantes apontam dialeticamente conflitos e aproximações conceituais, no processo das elaborações de compreensão sobre os fenômenos, mediante as situações vivenciadas e as mediações oportunizadas no ato pedagógico, sem, entretanto esgotarem-se nele. Assim os fragmentos das falas dos estudantes, devem ser compreendidos como indícios de elaborações e reelaborações conceituais mediadas, que serviram para (re)direcionar o planejamento docente, de forma que as interações ocorressem como mediações atuando na zona de desenvolvimento potencial dos estudantes.

Ampliando a análise dos passos percorridos na turma do 9º ano, no decorrer do ano letivo, e tendo em vista a espiral cíclica autorreflexiva (CARR e KEMMIS, 1988), percebemos que os sucessivos replanejamentos por que passou o programa anual da disciplina, incluindo aulas-visita aos laboratórios de Química e Física da Universidade<sup>66</sup>, os movimentos de ensinar e aprender ocorridos após essa visita, em termos de trabalhos desenvolvidos pelos estudantes constituem-se como materializações do movimento de repensar e modificar as ações de ensino para dar conta de demandas de aprendizagem criadas no processo, que geraram novas aprendizagens, numa espiral cíclica ascendente, ou seja uma helicoidal que deve ser lida de baixo para cima.

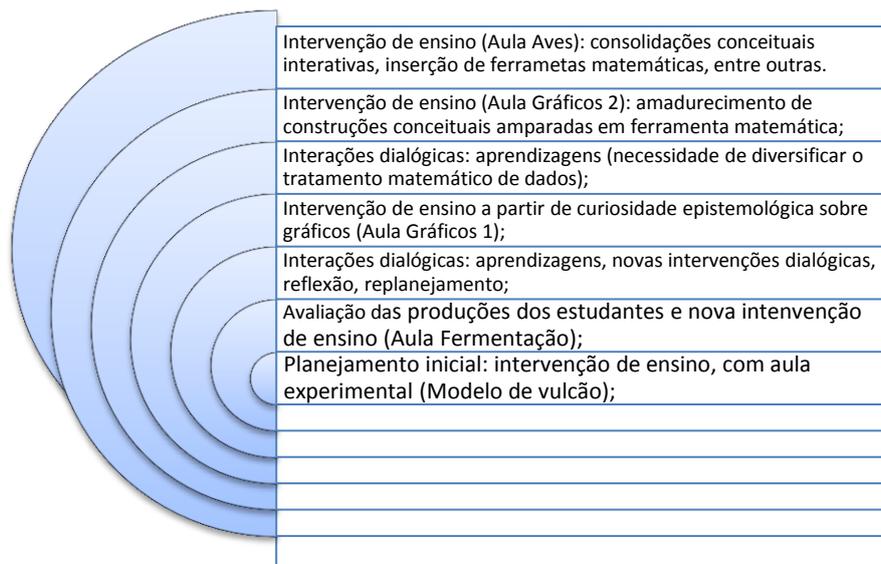
Figura 16: Espiral autorreflexiva dos movimentos de ensinar e aprender nas aulas do 9º ano.



Fonte: Autoria própria

Figura 17: Espiral autorreflexiva dos movimentos de ensinar e aprender nas aulas do 7º ano.

<sup>66</sup> Foram duas aulas experimentais, com a duração aproximada de 1h, no laboratório de Química Geral e 1h45min no laboratório de Física Geral, onde técnicos e docentes preparam experimentos básicos, que foram acompanhados pelos estudantes, interativamente. Essas aulas-visita desencadearam trabalhos feitos e apresentados pelos estudantes, com tema à sua escolha. Estes foram instruídos previamente, pela professora a circular entre os experimentos, detendo-se em um, à sua escolha, formular questionamentos que os experimentos lhes suscitassem, anotar dados e informações, para posteriormente pesquisar sobre o tema e apresentá-lo em aula.



Fonte: Autoria própria

Dessa forma cumprem-se as espirais autorreflexivas, constituindo-se de planejamento, ação, observação, reflexão e nova ação, nas quais todos os participantes atuam em todas as fases do processo, exceto na primeira fase, por ocasião do seu início, no caso do 9º ano. Já no 7º ano, até mesmo a intervenção inicial foi motivada pela intenção da professora de atender à vontade dos estudantes de construir modelos de vulcão. Para Carr e Kemmis (1988) “o problema epistemológico essencial que se deve considerar [ ] na investigação-ação é como relacionar o entendimento retrospectivo, com a ação prospectiva” (p. 196). Eles entendem que esses movimentos retrospectivo e prospectivo podem relacionar-se segundo a “fórmula problematização – conscientização – práxis de Freire” (Op. Cit., p. 197). Assim apresentamos nesta pesquisa-ação ciclos completos da espiral autorreflexiva, como caminhos de constituição da pesquisa-ação emancipatória. Entretanto ressaltamos que além desse movimento de reajustar objetivos e conteúdos, ao longo do ano, atendendo ao que a dialogia das aulas estava indicando, houve o importante movimento docente de corrigir, no diálogo, o curso das próprias aulas, no momento mesmo das interações discursivas, isto é, no *cronotopo* da aula.

A pesquisa-ação requer realimentar esse ciclo espiral, sendo que foi possível identificar como indício dessa realimentação o fato de que no curso das interações, os estudantes do 9º ano atingiram tal grau de desenvolvimento conceitual, que se fez necessário aportar um *upgrade* de atividades, que a escola não tinha condições de atender. Essas atividades foram as visitas aos laboratórios de Física e Química da Universidade, já mencionadas. Nesse sentido “Com base no referencial metodológico abordado, o grupo passa gradativamente a produzir e validar um outro modo de ensinar

e aprender no coletivo” (BOFF, 2011, p. 69). Isso pode ser compreendido em termos das características essenciais da pesquisa-ação: os objetivos de melhorar e interessar, que conforme Carr e Kemmis (1988) materializam-se nas características-passos essenciais da pesquisa-ação, como uma prática social, permeada por laços de autorregulação, controle exercido (em alguma medida) democraticamente pelo coletivo, e autocrítica. Essas características ficam claras em muitas passagens das unidades de análise, como: nos auxílios que os estudantes prestam à professora, nas opiniões que emitem, no acolhimento da sua voz pela professora, nos encontros antes e após as aulas para planejamento conjunto e/ou ajustes nas dinâmicas pedagógicas passadas ou futuras, configurando relações que extrapolam a construção conceitual, estendendo-se além dos objetivos cognitivos.

Nessa perspectiva, as aulas e os episódios delas selecionados, para compor os enunciados, são os objetos de análise mais pontual, enquanto que práticas pedagógicas anteriores e posteriores às aulas influenciam o movimento da pesquisa. Desta forma consideramos importante elencar os trabalhos dos estudantes do 9º ano, apresentados por eles em aulas anteriores, conforme página 36 (capítulo Desenho Metodológico) e, também, as produções posteriores àquelas que constituem o corpo empírico, como as que apresentamos abaixo, demonstrando os trabalhos produzidos pelos estudantes a partir das aulas-visita nos laboratórios da Universidade, como importantes resultados dos movimentos pedagógicos desencadeados durante a pesquisa-ação.

Figura 18: Trabalhos produzidos pelos estudantes do 9º ano e fotografia da sala de aula com trabalhos produzidos pelos estudantes.



Fonte: Autoria própria.

Em relação às aulas do 7º ano, apresentamos uma composição de fotografias relativas aos trabalhos realizados e analisados:

Figura 19: Fotografias de aulas do 7º ano.



Fonte: autoria própria.

Ao finalizar a análise impõe-se questionar: no contexto da pesquisa, como saber se os estudantes aprenderam os conteúdos, se fizeram elaborações conceituais adequadas? Bakhtin (1997) ajuda a decifrar esse enigma, esclarecendo que: “... “a palavra do outro” se transforma, dialogicamente, para tornar-se “palavra pessoal-alheia” com a ajuda de outras “palavras do outro”, e depois, palavra pessoal (com, poder-se-ia dizer, a perda das aspas). A palavra já tem, então, um caráter criativo” (BAKHTIN, 1997, p. 405 e 406, aspas no original). Amparados em Goulart (2009), pensamos que aí está um sinal de que os movimentos de ensinar e aprender estão fazendo os estudantes significarem e ressignificarem os conteúdos de ensino, quando suas palavras, já libertas da palavra alheia da professora, perdem as aspas e já significam autonomamente, ou seja, a própria enunciação dá sinal de movimentos de aprender, quando:

A palavra do outro torna-se anônima, familiar (numa forma reestruturada, claro); [então] a consciência se monologiza. Esquece-se completamente a relação dialógica original com a palavra do outro: esta relação parece incorporar-se, assimilar-se à palavra do outro, tornada familiar (tendo passado pela fase da palavra “pessoal-alheia”). A consciência criadora, durante a monologização, completa-se com palavras anônimas. Este processo de monologização é muito importante. Depois, a consciência monologizada, na sua qualidade de todo único e singular, insere-se num novo diálogo... (BAKHTIN, 1997, p. 406, aspas e parênteses no original, colchetes adicionados).

Abaixo apresentamos tabelas que relacionam os principais meios mediadores, signos e instrumentos identificados e reconhecidos em cada um dos temas das enunciações. Mas ressaltamos que há meios que dificilmente podem ser enumerados, pois se dão na dialogia viva da aula, compondo-se, em muitas circunstâncias, de aspectos integrantes da subjetividade das relações interpessoais, como olhares, gestos e posturas corporais, constituindo o contexto extraverbal componente da análise bakhtiniana. A seguir tabelas relativas às aulas do 7º ano, por eixo temático.

Tabela 13: Meios mediacionais do Eixo temático Visão discente sobre as vivências escolares.

Temas das enunciações	Meios mediacionais		
<b>Divergência de intenções docentes e discentes</b>	Conceitos	Conhecimentos químicos, substâncias;	
<b>Conhecimento escolar e funcionamento da escola</b>	Conceitos	Metacognição	Confronto entre as vivências e a interpretação sobre as mesmas;
<b>Conhecimento escolar e conhecimento científico</b>	Conceitos	Metacognição	Conhecimento científico e conhecimento escolar; Fazer da ciência;
<b>Relação entre modelo e realidade</b>	Conceitos	Representação;	
	Instrumentos	Uso de modelos: vulcão e cadeia alimentar.	

Fonte: Autoria própria.

Tabela 14: Meios mediacionais do Eixos temático Fenômenos Químicos e Físicos.

Temas das enunciações	Meios mediacionais	
<b>Reagentes e reações químicas</b>	Conceitos	Linguagem química: substância, reação química, reagentes, produtos em sucessivas recontextualizações;
	Instrumentos	Materiais didáticos para consulta (livros);
<b>Propriedades dos ácidos e bases</b>	Conceitos	Linguagem química (símbolos), relacionados a fatos da vida cotidiana: ácido, base, reação e substância química;
<b>Simbologia química e nomenclatura científica</b>	Conceitos	Inserção da linguagem química, relacionando os símbolos e os fenômenos concretos;
<b>Estados de agregação</b>	Conceitos	Sólido, líquido, gás, vapor, fluido;
	Instrumentos	Experimento (modelo de vulcão);
<b>Materialidade do ar</b>	Conceitos	Massa, peso e volume, respiração, respiração celular;
	Instrumentos	Moedas, balde cheio – balde vazio, nível, massa, como medida da ‘quantia’;
<b>Flutuabilidade</b>	Conceitos	Massa, peso, empuxo, ossos pneumáticos;
	Instrumentos	Representação didática de pássaros, asas de papelão, pipas.

Fonte: Autoria própria

Tabela 15: Meios mediacionais do Eixo temático Gráficos e representação matemática.

Temas das enunciações		Meios mediacionais	
<b>Construção de gráficos e representação</b>	Conceitos	Paralelo, ortogonal, eixos cartesianos, gráficos de linha e de setor, representação;	
	Instrumentos	Construção dos gráficos e representação;	
<b>Proporções e frações</b>	Conceitos	Fração, representação, proporção, escala;	
	Instrumentos	Construção dos gráficos de setores.	

Fonte: Autoria própria.

Tabela 16: Meios mediacionais do Eixo temático Seres Vivos.

Temas das enunciações		Meios mediacionais	
<b>Processos vitais</b>	Conceitos	Produção de alimento, reprodução;	
	Instrumentos	Dialogia;	
<b>Vegetais: caracterização e classificação</b>	Conceitos	Musgos, metabolismo celular, vasos condutores de nutrientes;	
	Instrumentos	Livro para consulta e exemplares de plantas;	
<b>Inteligência da Natureza</b>	Conceitos	Inteligência da Natureza, mecanismos adaptativos, ambiente, sistema nervoso;	
	Instrumentos	Material didático impresso: aves no ambiente e experimentos associados;	
<b>Associações entre seres vivos</b>	Conceitos	Solo aerado, relações ecológicas, composição da atmosfera (revisão), bioindicadores;	
	Instrumentos	Terrário, tabela de processos vitais e trocas gasosas.	

Fonte: Autoria própria.

Tabela 17: Meios mediacionais do Eixo temático Método experimental e instrumentos científicos.

Temas das enunciações		Meios mediacionais	
<b>Sistematização de procedimentos e erro experimental</b>	Conceito	Erro experimental, ação de decompositores, materiais plásticos, efeitos dos plásticos no ambiente, Massa, matéria, dados, brotação, resíduos;	
	Instrumentos	Terrário, resíduos, balança, escala, gráficos;	
<b>Formulação de hipóteses</b>	Conceito	Massa como quantidade de matéria; absorção de água por substâncias orgânicas;	
	Instrumentos	Tabela;	
<b>Inferência e representatividade</b>	Conceito	Briófitas, pteridófitas, ambiente amplo, ambiente específico, inferência, representatividade;	
	Instrumentos	Exemplares de plantas, tabelas, gráficos, terrário;	
<b>Instrumentos óticos e representação</b>	Conceitos	Condições de uso do microscópio, instrumentos óticos, escala, proporção das representações gráficas;	
	Instrumentos	Lupa, representação gráfica.	

Fonte: Autoria própria.

Encerramos assim o resumo das análises reafirmando a tese de que o ensino dialógico e dialético aqui proposto, redirecionado no curso do processo (nas próprias

aulas e na sequência prevista de conteúdos), por meio de enunciações discentes e docentes, auferir resultados de aprendizagens recriadas nas interações dialógicas, em relação àquelas aprendizagens esperadas do ensino instrucional, que, pensamos, deve ser superado. E, essa superação torna-se tanto mais plausível e factível quanto mais as/os docentes moverem-se na direção dos seus estudantes.

## VII. DIFICULDADES ENCONTRADAS NO PROCESSO DA PESQUISA-AÇÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

*Relacionar o que se viveu ao outro é a condição necessária de uma identificação e de um conhecimento produtivo, tanto ético quanto estético (BAKHTIN, 1996, p. 47).*

As reflexões que trazemos nesta seção são importantes porque dizem, dentre outras coisas, da constituição da professora-pesquisadora, no curso desta pesquisa-ação. Se na seção 1.3 dedicamo-nos a discorrer sobre motivações e fundamentos que guiaram a professora no caminho de empreender uma pesquisa-ação, tornando-se paulatinamente e sempre de forma inconclusiva, uma professora-pesquisadora; aqui abordamos elementos dessa constituição no decorrer da pesquisa que ora concluímos. Embora o caminho de pesquisa descrito e analisado não seja linear, pensamos que é interessante construir um arrazoado que procura sintetizar as principais dificuldades ocorridas ao longo do caminho desta pesquisa-ação.

Ao concluir as análises do corpo empírico da pesquisa elencamos duas classes de dificuldades encontradas: dificuldades epistemometodológicas e aquelas relativas à operacionalização das aulas e da videogravação, que chamamos dificuldades operacionais. Entre as primeiras está o grande esforço que fizemos como pesquisadora para desmembrar os registros das falas transcritas, como se ao desmembrar, perdesse algo intangível, mas essencial.

Essa dificuldade é inerente ao processo, em razão de um apego quase sentimental ao material que foi produzido, pois de acordo com Bakhtin “A palavra nativa é percebida como um irmão, como uma roupa familiar, ou melhor, como a atmosfera na qual habitualmente se vive e se respira. Ela não apresenta nenhum mistério” (BAKHTIN, 2006, p. 102). Assim foi necessário um grande esforço analítico para fazer os cortes nos textos das transcrições, (que contém palavras que se tornaram nativas à pesquisadora, dado o intenso envolvimento com a produção e decodificação dos dados, a partir das fontes que são a filmagem e as transcrições). Esses cortes foram necessários para proceder aos agrupamentos, fazendo, num primeiro momento, emergirem os turnos de fala, destacando conceitos em torno dos quais se procurou

averiguar as possibilidades de constituírem-se prototemas das enunciações, que se transformaram, por sucessivos movimentos analíticos, segundo os marcadores discursivos, nos temas de enunciação, como unidades de análise.

Esse processo deu-se mediante uma intensa imersão no material gravado necessário às transcrições (em torno de um ano, considerando a produção das aulas e a sua transcrição) e à análise, de modo que se constituíssem na escrita, os temas das enunciações.

Sobre a dicotomia de o pesquisador sentir familiaridade com o corpo empírico, e buscar o estranhamento em relação ao mesmo, assim se posicionam Cardoso e Penin (2009):

A descrição do familiar pode ser realizada de forma suficiente se o olhar do pesquisador estiver amparado em uma teorização, com conceitos e categorias de análise consistentes, permitindo uma melhor compreensão desse familiar (p. 116).

Entretanto segundo Rodrigues (2004), como a análise bakhtiniana foca o gênero e o enunciado na materialidade das suas ocorrências concretas, o pesquisador necessita “esquecer o que já sabe e ver e analisar esse processo com outros olhos. Ao olhar bakhtiniano seria olhar esse já-conhecido através de um olhar de estranhamento” (RODRIGUES, 2004, p. 433). A autora também ressalta o cuidado de evitar construir categorias *a priori*, pois estas poderiam dificultar esse exercício de estranhamento por parte do pesquisador. Ainda sobre as implicações do sujeito pesquisador na construção do saber sobre o objeto de pesquisa, por meio de enunciados, Bakhtin (1997) teoriza:

A compreensão do todo do enunciado e da relação dialógica que se estabelece é necessariamente dialógica (é também o caso do pesquisador nas ciências humanas); aquele que pratica ato de compreensão [ ] passa a ser participante do diálogo, ainda que seja num nível específico (que depende da orientação da compreensão ou da pesquisa). Analogia com a inclusão do experimentador num sistema experimental (enquanto parte desse sistema) ou do observador incluído no mundo observado em microfísica (teoria dos quanta). O observador não se situa em parte alguma fora do mundo observado, e sua observação é parte integrante do objeto observado. Isto é inteiramente válido para o todo do enunciado e para a relação que ele estabelece. Não podemos compreendê-lo do exterior. A própria compreensão é de natureza dialógica num sistema dialógico, cujo sistema global ela modifica. Compreender é necessariamente tornar-se o terceiro num diálogo (BAKHTIN, 1997, p. 355, parênteses no original).

Assim ao construir os temas das enunciações, deparamo-nos com tensões inerentes à análise, como a que lida com a dialética entre valorizar a voz dos estudantes, tendo em vista o replanejamento das ações docentes (foco da tese) e dar visibilidade às mediações que nos movimentos de ensinar são feitas, majoritariamente, pela professora-

pesquisadora, que deve inserir elementos de interligação, orientando as compreensões em formação.

Também compõe o elenco de dificuldades epistemometodológicas, o impacto inicial que tem o fato de a professora-pesquisadora ver-se e ouvir-se nas gravações, percebendo que cometeu deslizos linguísticos, que empregou vícios de linguagem e teve, por vezes, atitudes autoritárias, o que contraria os próprios preceitos e ideologia pedagógicos adotados e defendidos nesta pesquisa-ação. Relacionamos essas ocorrências (falas autoritárias) mesmo que esparsas na atuação da professora-pesquisadora, à cultura escolar, da qual a professora-pesquisadora é parte, que cobra o controle da turma por parte dos docentes, e à diversidade de intercorrências havidas na sala de aula com estudantes adolescentes, motivados (muitos pela primeira vez) em processos ativos de conhecer.

Mortimer e Scott (2002) e Uribe e Martinez (2016) nos ajudam a compreender o próprio comportamento e as atitudes da professora-pesquisadora, através das noções de perfis das interações que o docente institui em sala de aula. Mortimer e Scott (2002) categorizam as interações segundo os turnos de manifestação entre professor\ a e estudantes, dividindo-os em *interativo/não interativo* e *dialógico/não dialógico*, sendo um dos padrões comunicativos possíveis: IRA (interrogação, resposta e avaliação) e outros padrões que incluem *feedback* por parte do\ a professor\ a e incentivo à nova resposta do estudante. Já Uribe e Martinez (2016) detectam quatro perfis, agrupados sob duas oposições, de acordo com as manifestações e o posicionamento corporal que o docente adota, ao conduzir as interações comunicativas na sala de aula<sup>67</sup>.

Assim há aspectos positivos nesse autorreconhecimento compulsório da atuação docente, no material vídeo-gravado, pois segundo Garcez; Duarte; Eisenberg (2011):

Ver-se em ação e tomar consciência de sua interação com os sujeitos da pesquisa são formas de ir corrigindo alguns aspectos importantes do posicionamento do pesquisador em campo, modificando, se necessário, sua atuação nas atividades subsequentes (p. 254).

A terceira dificuldade metodológica constitui intrinsecamente a ontologia desta pesquisa em particular, em razão dela integrar as faces quantitativa e qualitativa do conhecimento, no sentido de que sendo uma pesquisa qualitativa; o conteúdo do seu objeto de estudo (interações verbais discursivas na sala de aula de Ciências) é relativo às ciências naturais, cujo *modus operandi* é quantitativo. Portanto estão imbricados na pesquisa, com *status* diferentes, os modos de fazer pesquisa nas ciências humanas

---

<sup>67</sup> Para detalhamento sobre os perfis de atuação docente, ver Uribe e Martinez (2016).

(determinando a sua forma e métodos) e os modos de pesquisar das ciências naturais (como conteúdo das interações discursivas), sendo esta dicotomia própria da pesquisa qualitativa no ensino de Ciências, que lida com as ciências naturais, que pela sua própria natureza, trata\utiliza dados quantitativos.

Rodrigues (2004), referindo-se ao pensamento bakhtiniano, auxilia a compreender essa intersecção entre ciências humanas e naturais, no âmbito da linguagem, sendo que nas primeiras “o outro e seu discurso relacionam-se mais ao processo do trabalho, uma vez que essas ciências não têm, como objeto de investigação o homem social e a sua palavra. Já nas ciências humanas, o objeto de investigação é justamente o homem social e sua linguagem” (RODRIGUES, 2004, p. 429). Assim, a autora, invoca conhecimentos da ‘microfísica’, no seu aspecto da ‘incerteza’ para explicar a interpretação bakhtiniana sobre a natureza constitutiva da linguagem, nas ciências humanas: “a postulação de que todo ato de compreensão é dialógico põe em jogo a postura do pesquisador dessas disciplinas [pois] tendo como objeto de investigação o homem e sua palavra, ele passa a ser participante desse diálogo” (Ibidem, p. 429), integrando-o.

Maldaner (2000) auxilia-nos a pensar sobre essa questão de haver duas matrizes teóricas imbricando-se na educação científica e no ensino de ciências, - e diríamos nós, principalmente na pesquisa em ensino de ciências, - mencionando a necessidade de construirmos saberes intercomplementares, para podermos lograr uma compreensão também intercomplementar das ciências, na interface com a educação. Utilizamos essa ideia para refletir sobre a pesquisa-ação que concluímos, na qual se imbricam as ciências naturais, como objeto das unidades de análise e a educação em ciências. Esta se utiliza, em grande medida, de métodos qualitativos de pesquisa, formando assim um objeto de estudo como um amálgama, diferente dos campos que estamos acostumados a estudar, separadamente em educação e nas ciências naturais.

Desta forma pensamos que explicitar e refletir sobre essas dificuldades auxilia a compreender as relações entre os objetos de conhecimento envolvidos nesta pesquisa-ação: as aulas desenvolvidas e replanejadas e, a partir delas, a tese que afirma a importância de privilegiar o pensamento verbalizado dos estudantes no processo de conduzir movimentos de ensinar que contemplem os seus movimentos de aprender.

Entre as dificuldades operacionais estão aquelas relativas às análises das vídeo-gravações e às gravações em si. Inicialmente, uma vez de posse das primeiras aulas gravadas (utilizadas como experiências-piloto) tentamos utilizar os softwares de análise

Atlas.ti e Maxqda. Entretanto ambos responderam com mensagens apontando a impossibilidade de decodificar os dados, em razão de serem ‘áudios sujos’, isto é, com ruídos e vozes superpostas. A partir daí, resolveu-se transcrever as aulas, mesmo sabendo das críticas a esse procedimento, que apontam que “o processo de transformação do material audiovisual em texto escrito é uma translação, e normalmente toma a forma de uma simplificação” (GARCEZ, DUARTE, EISENBERG, 2011, p. 257). Por esse motivo tivemos o cuidado de transcrever logo após a aula, com o intuito de minimizar os riscos da citada simplificação, objetivando fazer um registro o mais fidedigno possível. Tomados os devidos cuidados, Bauer e Gaskell (2008) apontam a transcrição como um método válido e fidedigno para transformar as fontes (as vídeo-gravações) em elementos para constituírem o corpo empírico da pesquisa.

Outra dificuldade encontrada foi a resistência dos estudantes em participar nas vivências de ensinar e aprender de modo dialógico e dialético, que pode ser fruto das delimitações dos tempos e espaços escolares (que integram o macro fenômeno da cultura escolar), já que nossa experiência nesta pesquisa-ação demonstra que o tempo da aula recorrentemente mostra-se insuficiente para permitir a plena participação discente, com a comunicação das suas elaborações conceituais, bem como de suas impressões e opiniões. Muitas atividades de ensinar e aprender consubstanciaram-se e mesmo iniciaram-se e\ou terminaram fora do horário estipulado para a aula. Isso nos leva a apontar a necessidade de revisão dos tempos e espaços escolares atuais, que, em última instância são signatários do modelo de escola fabril espelhada nos modelos empresariais de Ford e Taylor, conforme Silva (2015).

Já uma educação escolar que se baseie em movimentos de ensinar e aprender dialógicos e dialéticos, em que a aprendizagem ocorre individual e coletivamente pela via das interações e mediações proporcionadas, os tempos e espaços característicos da educação bancária (FREIRE, 1987) mostram-se insuficientes. Insistimos: esses espaços foram assim concebidos tendo em vista a educação instrucional, com raízes na Didática Magna de Comenius, na qual o modelo fabril impôs-se no decorrer do século XX.

Assim, apesar dessas limitações no curso da pesquisa, o movimento de pesquisa-ação que propusemos foi capaz de instaurar e manter uma relação dialógica e dialética entre o ensino proposto e indícios de aprendizagem dos estudantes, materializados na emergência dos temas das enunciações, explicitados e discutidos anteriormente. A análise dos resultados permite afirmar que esta forma de organização do trabalho pedagógico desconstrói a sequência costumeira de conteúdos, configurando a

produção curricular em sala de aula, valorizando os movimentos de ensinar e aprender de sujeitos históricos que interagem para transformar e transformar-se. Por meio desta nova lógica de concepção e organização do conhecimento, as aulas são planejadas e desenvolvidas especificamente de acordo com as necessidades que decorrem das próprias interações, resultando em elaborações cognitivas nos estudantes, mediadas, a partir de fenômenos de interesse individual e coletivo, bem como social, cultural e científico.

Quanto à postura pedagógica docente requerida para exercer um ensino dialógico, que permita ao educando exercitar, dialogicamente, palavras próprias, sabemos que não é um movimento simples ou banal. Ao contrário requer formação inicial e continuada que a\o leve a construir conhecimento histórico da docência, tendo em vista o permanente questionamento sobre os fazeres e saberes pedagógicos possíveis e necessários em cada ambiente escolar, que serão inevitavelmente complexos, contextuais e multifatoriais.

## **7.1. PALAVRAS FINAIS E ALGUMAS CONCLUSÕES**

Um traço marcante observado na análise das enunciações discentes é a evolução do pensamento conceitual dos estudantes a partir de conceitos científicos já conhecidos, ou aqueles da sua experiência cotidiana, correlacionados em dialogicidade e interatividade conforme a teoria sociointeracionista. Assim o ensino, embora intencional e de responsabilidade da professora, ocorre baseando-se nas manifestações discentes, que a um só tempo demonstram aprendizagens que (re)orientam movimentos docentes de ensinar, preparando o caminho para novos movimentos de aprender. Na relação dialógica e dialética, as ideias circulam no ambiente investigativo, sendo passíveis de ratificação ou retificação. Afinal, o conhecimento científico é significado e ressignificado no discurso, através do reconhecimento dos sentidos e significações fluidas, em formação, veiculadas pela linguagem, via elaborações conceituais individuais e coletivas, envolvendo um gênero de discurso híbrido produzido pelas manifestações docentes e discentes constituem-se interativamente, o que permite níveis mais elevados de significação conceitual.

Concluimos saudando a participação discente, como parte da mediação legítima e necessária para o sucesso do processo pedagógico dialógico e dialético, em movimentos de ensinar e aprender, como um resultado efetivo das interações/relações

dialógicas promovidas em aula e dos encaminhamentos e ajustes no curso das aulas feitos pela professora-pesquisadora, em atividade de pesquisa-ação, que desencadeou a produção curricular.

Desta forma pensamos que os aspectos de como ensinar, e as informações relativas aos conteúdos a serem ensinados são de responsabilidade da professora, em seu processo de planejar o ensino e suas estratégias, pois conhecimentos técnicos, científicos e pedagógicos, dentre outros (TARDIF, 2005), são mobilizados para dar conta das dimensões que envolvem a complexidade da prática pedagógica: plano e ação. Contudo, muito *do que* se pretende ensinar está na dependência das motivações dos estudantes e do que a relação pedagógica conseguiu mobilizar envolvendo a dialética e a dialogicidade do ensinar e do aprender. Se por um lado, é imperativo compreendermos esses dois movimentos como não automaticamente associados; por outro temos que compreendê-los em sintonia e sincronia.

Assim, pretendemos ter demonstrado como esse movimento de pesquisa-ação emancipatória, que promove e acolhe as manifestações dos estudantes pode e deve servir para redirecionar e atualizar os planejamentos docentes, no momento da aula e, em médio prazo, no programa de ensino, de forma que dialética e dialogicamente propicie-se a constituição da linguagem científica, que nesta pesquisa ganha destaque. Entretanto este é um aspecto ainda pouco explorado na produção acadêmica em Educação em Ciências, sendo esta uma das contribuições da presente tese, para a pesquisa na área.

Indícios de saberes e conhecimentos discentes constituem-se no ato pedagógico como resposta à qualidade das interações que são intencionalmente mediadas pela professora (VYGOTSKY, 2001), na relação dialética com a apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes, considerando suas leituras do mundo (FREIRE, 1996). Esses indícios evidenciam-se mediante a evolução do perfil conceitual dos estudantes e das relações fomentadas e desenvolvidas na turma, além de construções em termos de generalizações, sistematizações, elaborações conceituais, com mediação pelos pares e pela professora no horizonte da linguagem significada. Essas relações dialógicas consubstanciam-se nas relações entre as pessoas implicadas no processo, em forma de confiança, respeito, alegria, motivação para aprender, amorosidade (FREIRE, 1996), protagonismo, iniciativa, responsabilidade, criatividade, entre outras interações produtoras de bem estar, bem conviver e aprender na escola.

Nesse sentido pensamos que as interações desencadeadas e analisadas serviram para dar ciência aos estudantes de que eles participaram num movimento de mudança das práticas escolares. Pensamos que esta comunicação aos estudantes é um movimento importante, porém não temos notícia de que ele ocorra extensivamente, isto porque as produções acadêmicas não são destinadas aos sujeitos a quem elas se referem, o que pode ser compreendido em função de que ela se convalida pela análise crítica dos pares. Entretanto pensamos que no escopo da pesquisa-ação como a concebem Carr e Kemmis é imprescindível que seus resultados sejam comunicados aos sujeitos da pesquisa e aos demais diretamente implicados: nesse caso, professoras e estudantes das séries finais do Ensino Fundamental, bem como professoras/es em formação inicial.

Assim esperamos ter demonstrado que é possível promover na escola e na sala de aula movimentos de ensinar e aprender dialógicos e emancipadores no Ensino Fundamental. E esperamos ainda que a divulgação desta pesquisa-ação entre as/os professoras/es possa funcionar como motivação para a ação docente transformadora, em oposição às dinâmicas da educação bancária, incentivando as/os professoras/es da educação básica a aventurarem-se no terreno da pesquisa-ação como um exercício do/a professor/a-pesquisador/a de sua prática de ensino e que é capaz de produzir currículo. Defendemos que essas vivências concretas via linguagem que desencadeamos nesta pesquisa-ação que hora se finaliza, capacitaram os estudantes e a professora-pesquisadora a ampliarem suas compreensões sobre os conteúdos escolares da Ciência, oportunizando a eles, nos seus distintos lugares, um desenvolvimento cognitivo, afetivo e social mais harmônico, no interior da escola.

Concluimos afirmando que o movimento analítico aponta o redirecionamento das ações curriculares materializado nos temas das enunciações, apresentados e discutidos ao longo dos capítulos IV e V, esquematizados nas tabelas 13 a 17. Os temas de enunciação então foram os meios de desenvolver os conceitos científicos, observando que muitos desses temas não são normalmente tratados na disciplina de Ciências do Ensino Fundamental, não constando no programa de ensino da mantenedora das escolas (Secretaria Municipal de Educação). Porém no âmbito desta pesquisa eles tornaram-se os meios mediacionais capazes de convalidar a dialética e a dialogicidade como condições necessárias à aprendizagem significada. Assim, os temas representam as construções conceituais, os meios mediacionais, produzindo currículo na ação, superando a organização didática costumeira e rotineira, sem deixar de tratar os conceitos que compõem os conteúdos clássicos. Entretanto esses são tratados a partir de

fenômenos que interessam aos estudantes, relacionados ao seu contexto, pela via do diálogo, proporcionando, do ponto de vista da formação docente, novas concepção e ação sobre o currículo, no qual os conceitos evoluem por sucessivas recontextualizações, necessárias à formação conceitual, proporcionando aos estudantes a evolução do perfil conceitual.

Assim sendo pensamos ter, com esse arrazoado, demonstrado que os temas das enunciações representam os enunciados de significado e sentido discentes e docentes, os quais serviram para, ao mesmo tempo encaminhar/mediar as relações pedagógicas, as quais se constituíram *pela/na* própria ação, o que é característico da pesquisa-ação crítica e emancipatória. Ressaltamos que esses movimentos se constituíram no momento mesmo da ocorrência concreta das interações, modificando as relações no espaço-tempo da sala de aula e da escola, respondendo, portanto à questão de pesquisa, elucidando os processos pelos quais as manifestações dos estudantes em sala de aula foram capazes de mobilizar mediações docentes, que encaminharam movimentos de ensinar e aprender, desencadeando aprendizagens de forma dialógica e dialética.

Enfim, por meio desses movimentos, materializados nas enunciações apresentadas logrou-se a formação conceitual, como processo, que permite apresentarmos a Tese de que fomentar, acolher e valorizar as manifestações discentes em processo pedagógico dialógico instaura movimentos de ensinar e aprender mediados e dialéticos, capazes de produzir aprendizagens significadas e ressignificadas na ação, concretizando atos de produção curricular na sala de aula. Esse movimento orientado pela pesquisa-ação é potencialmente transformador, tanto para a produção de um currículo das disciplinas das Ciências Naturais, menos engessado e mais contextualizado; quanto para a aprendizagem dos estudantes e para reflexão docente sobre o fazer pedagógico.

## VIII. REFERÊNCIAS

*Chegamos a este humilde resultado porque apoiamos-nos nos ombros desses outros que pensaram e agiram antes de nós (paráfrase de Isaac Newton).*

A História do Mundo em 2 Horas. History Of The World In Two Hours (Original). COHEN, D. 120 minutos, documentário, History Chanel: 2001. Reino Unido. Formato: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tnVUJhc4Ic> . Acesso: 3 Mar. 2017.

ALMEIDA, Nedir Fernandes. Salas ambiente como estratégia de ensino-aprendizagem. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Programa de Pós-graduação em Geografia Humana. São Paulo, 2017. 169p.

ANDREOLA, Balduino Antônio. A universidade e o colonialismo denunciado por Fanon, Freire e Sartre. **Cadernos de Educação** | FaE/PPGE/UFPel | Pelotas [29]: 45 - 72, julho/dezembro 2007.

ARROYO, Miguel. **Currículo, território em disputa**. 5ªed. 7ª reimp. Petrópolis: Vozes, 2017.

AULER, Décio; DALMOMIN, Antônio; FENALTI, Veridiana dos S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. Alexandria. V 2, nº 1, p 67-84, mar 2009. Disponível: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37915/28952>, Acesso: 28\10\18.

BACHELARD, Gaston. **A Formação do Espírito Científico, contribuição para psicanálise do conhecimento**. Tradução. Estela Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316p.

BAKHTIN, Mikhail. **Questões de literatura e estética: a teoria do romance**. São Paulo: Editora UNESP-Hucitec, 1998. 265p.

\_\_\_\_\_. **Estética da criação verbal**. Trad. Paulo Bezerra. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 414p.

\_\_\_\_\_. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 7ªed. São Paulo: Hucitec, 2006. 201p.

BAUER, Martin W.; GASKELL, George. Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. 7. ed. Tradução de Pedrinho Guareschi. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008, 516 p.

BERNSTEIN, Basil. Pedagogy, Symbolic Control and Identity. **Theory, Research, Critique**. London: Rowman & Littlefield, 2000. p. 28-30.

BOFF, Eva Teresinha de Oliveira. Processo interativo: uma possibilidade de produção de um currículo integrado e constituição de um docente pesquisador autor e ator - de seu fazer cotidiano escolar. **Tese (Doutorado)**. UFRGS, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, 2011, 318 f.

BORGES, Antônio Tarcísio. Novos rumos para o laboratório escolas de Ciências. **Cad. Brás. Ens. Fís.**, v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BORTOLOTTO Nelita; FIAD Raquel Salek. O espaço público da escola – um mundo significado nas relações eu-outro. **Bakhtiniana**, São Paulo, 12 (3): 5-21, Set./Dez. 2017.

BRASIL. Lei 9795 de 27 de abril de 1999, publicada em Diário Oficial da União em 28 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Fundamental. Secretaria de Educação Fundamental. Vol. 10. Meio ambiente e saúde. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. (Org.) **Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento: Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1988.

CARDOSO, Oldimar; PENIN, Sônia Teresinha de Sousa. A sala de aula como campo de pesquisa: aproximações e a utilização de equipamentos digitais. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.35, n.1, p. 113-128, jan./abr. 2009.

CARLOTTO, Mary Sandra. A síndrome de Bournot e o trabalho docente. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 7, n. 1, p. 21-29, jan./jun. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/pe/v7n1/v7n1a03.pdf>, Acesso em: 01.10.18.BAKHTIN,

CARR, Wilfred; KEMMIS, Stephen. **Teoría Crítica de la Enseñanza**. Traducción de J. A. Bravo. Barcelona, Martínez Rocca: 1988.

CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima; CAMPOS, Tânia Maria de Mendonça; MONTEIRO Carlos Eduardo Ferreira. Aspectos Visuais e Conceituais nas Interpretações de Gráficos de Linhas por Estudantes. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 24, n. 40, p. 679-700, dez. 2011.

CHALMERS, Alan F. **O que é a ciência afinal?** Tradução: Raul Filker. São Paulo: Brasiliense, 1993. 210p.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. Jan/Fev/Mar/Abr 2003 N° 22. 89 -100.

CHEVALLARD, Yves. Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. v.3 n.2 mai/ago 2013 ISSN 2238-2380.

COLE, Michael; SCRIBNER, Sylvia. **Introdução**. In: VYGOTSKY, Lev Semyonovich. *A Formação Social da Mente*. 4ª ed. brasileira. Tradução: José Cipolla Neto. São Paulo: Martins Fontes, 1991. 90p.

CONTRERAS, José. La investigación en la acción. **Cuadernos de Pedagogía**, Barcelona, abr. 1994, p.7-19.

COSTA-BEBER, Laís Basso; CEREZO, Santiago Atrio; MALDANER, Otávio Aloísio. Abordagens temáticas: contribuições para a qualidade da educação escolar da Química. **Revista ibero-americana de educação**. ISSN: 1681-5653. Nº 64\1 – 15\01\2014.

DEMO, Pedro. Educação e desenvolvimento: Algumas hipóteses de trabalho frente à questão tecnológica. **Revista Tempo Brasileiro**, nº 105, p. 149-170, abril-junho, 1991.

\_\_\_\_\_. **Educar pela Pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1997. 120p.

DIEGUES, Antônio C. Etnoconservação da natureza. (Org.) In: **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. 2ªed. São Paulo: Hucitec e NUPAUB, p. 1-46, 2000.

\_\_\_\_\_. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: NUPAUB - Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras – USP/Hucitec, 2008.

DUIT, Reinders. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, 75, 649-672.

ELIOT, Thomas; **The Rock** (1934). (2004). In J. Brooker (Ed.), **The Contemporary Reviews** (American Critical Archives, pp. 297-316). Cambridge: Cambridge University Press. Doi: 10.1017/CBO9780511485466.016.

ETGES, Norberto. Ciência, **interdisciplinaridade e educação**. In JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (Org). *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis: Vozes, 2008.

EVANGELISTA, Maria Betânia; GUIMARÃES, Gilda Lisbôa. Escalas representadas em gráficos: Um estudo de intervenção com alunos do 5º ano. **Revista Portuguesa de Educação**, 2015, 28(1), pp. 117-138. CIEd - Universidade do Minho.

FARACO, Carlo Alberto. **Linguagem & Diálogo: as ideias linguísticas do Círculo de Bakhtin**. 3ª reimpressão. São Paulo: Parábola Editorial, 2016. 168p.

FERRY, Alexandre S.; NAGEM, Ronaldo Luiz. Analogia & contra-analogia: um estudo sobre a viabilidade da comparação entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar por meio de um júri simulado. **Experiências em Ensino de Ciências – V4(3)**, pp. 43-60, 2009.

FEYERABEND Paul Karl. **Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge**. Londres: New Left Books, 1975. 339p.

FIGUEIRA, Ana Paula Couceiro. Metacognição e seus contornos. **Revista Iberoamericana de Educación** (Online). Disponível em: <http://www.rieoei.org/deloslectores/446Couceiro.pdf>. p. 1-20, 2003. Acesso: 20\10\2018.

FILHO, Roberto Leal Lobo e Silva. Et. al. Evasão no Ensino Superior Brasileiro. 2007. **Cadernos de Pesquisa Fundação Carlos Chagas**. set./dez.2007, v.37, n. 132. Disponível em: [http://www.institutolobo.org.br/imagens/pdf/artigos/art\\_045.pdf](http://www.institutolobo.org.br/imagens/pdf/artigos/art_045.pdf). Acesso em: 5 set.2018.

FORATO, Taís Cyrino Mello. A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz. **Tese de Doutorado em Educação**. USP, São Paulo, 2009. v. 1, 204 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**, 17<sup>a</sup> Ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática pedagógica**. 11<sup>a</sup> Ed: São Paulo: Paz e Terra, 1996. 165p.

\_\_\_\_\_. **A importância do ato de Ler** em três artigos que se completam. 33<sup>a</sup> ed. São Paulo: Cortez, 1997.

GADOTTI, Moacir (org.). **Paulo Freire, uma biografia**. São Paulo: Cortez, 1996. 765p.

GALIAZZI, Maria do Carmo. (org). **Indagações dialógicas com Gordon Wells**. Organização e Tradução: Grupo de Pesquisa Comunidades Aprendentes em Educação Ambiental, Ciências e Matemática. Rio Grande: Editora da FURG, 2016.

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

GIARDINETTO, José Roberto Bottger. O fenômeno da supervalorização do saber cotidiano em algumas pesquisas da Educação Matemática. **Tese (Doutorado em Educação)**, Universidade Federal de São Carlos. 1997, 245p.

GIROLA, Maristela Kirst. Signo e ideologia: a contribuição Bakhtiniana para a filosofia da linguagem. **Língua e Literatura**, São Paulo, v. 28, p. 319-332, dec. 2004.

GRÜN, Mauro. **Ética e educação ambiental: a conexão necessária**. 11ed. Campinas: Papyrus, 2007. 120p.

HARGREAVES, Andy. **O Ensino na Sociedade do Conhecimento: educação na era da insegurança**. Tradução Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2004. 240p.

HODSON, Derek. Time for action: science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, 2003. 25, 645-670.

JUNGKENN, Márcia Andréia Teloken; DEL PINO, José Cláudio. Analisando a capacidade de estudantes concluintes do ensino fundamental de interpretar informações de gráficos e tabelas. **Atas do VII ENPEC**, 2009. ISSN 21766940. Disponível: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/>. Acesso: 28 dez 2018.

LEÃO, Geraldo; DAYRELL, Juarez Tarcísio; REIS, Juliana dos Santos. Juventudes, projetos de vida e ensino médio. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 32, n. 117, p. 1067-1084, out.-dez. 2011. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>>2011. Acesso: 3\10\2017.

LEMKE, Jay. L. **Talking science: language, learning and values**. Norwood: Ablex, 1990. 261p.

\_\_\_\_\_. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, 2006, 24 (1), p. 5- 12.

LEONTIEV, Alexey N. Actividad, conciencia y personalidad. Buenos Aires, Ed. Ciências del Hombre, 1978.

\_\_\_\_\_: Uma Contribuição para a Teoria do Desenvolvimento da Psique Infantil. In: Vygotsky, L. S., LURIA A. R., LEONTIEV A., N. Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem. São Paulo: Ícone/Edusp, 1989.

MALDANER, Otavio Aloisio; PIEDADE, Maria do Carmo Tocci. A formação de equipes de professores/pesquisadores como forma eficaz de Mudança da sala de aula de química **Química nova na escola, Repensando a Química**. N° 1, MAIO 1995.

MALDANER, Otavio Aloisio. Concepções epistemológicas no Ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, Roseli Pacheco; ARAGÃO, R.M. R. (Orgs), **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: Capes Unimep, 2000. p. 60 – 81.

MALDANER, Otavio Aloisio; ZANON, Lenir Basso. Pesquisa educacional e produção de conhecimento do professor de Química. in SANTOS, Wildson Luiz dos; MALDANER, Otavio Aloisio. **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Unijuí, 2015. p. 331-365.

MARQUES, Patrícia Batista; CASATANHO, Marisa Irene Siqueira. O que é a escola a partir do sentido construído por alunos. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, SP. Volume 15, Número 1, Janeiro/Junho de 2011: 23-33.

MASOLA, Wilson de Jesus; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Dificuldades de aprendizagem matemática de alunos ingressantes na educação superior. **Rev. Brasileira**

**de Ensino Superior**, 2(1): 64-74, jan. - mar. 2016 - ISSN 2447-3944. DOI: 10.18256/2447-3944/rebes.v2n1p64-74.

MATTHEWS, Michael. História, filosofia, e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MENDUNI-BORTOLOTTI, Roberta D'Angela; BARBOSA, Jonei Cerqueira. Construção de uma Matemática para o Ensino do Conceito de Proporcionalidade Direta a partir de uma Revisão Sistemática de Literatura. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 31, n. 59, p. 947-967, dez. 2017.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Trad. Catarina Eleonora Silva e Jeanne Sawaya. 2.ed.rev. São Paulo: Cortez; DF: UNESCO, 2011. 118p.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, 4(3): 265-287, 1995.

\_\_\_\_\_. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências – V1(1)**, pp.20-39, 1996.

NÓVOA, António. **Profissão Professor** (Org.) Porto: Porto, 2014. 192p.

OECD. Marco de la evaluación conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lecturas. Madrid: 2006.

OLIVEIRA, Glauco Reinaldo Ferreira. Investigação do papel das grandezas físicas na construção do conceito de volume. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

OLIVEIRA, Marta Kohl. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico**. 4. ed. São Paulo: Scipione, 2002. 111p.

PACHECO, José Augusto. **Currículo: Teoria e Práxis**. 3 ed. Porto: Porto Editora, 2001.

PATTO, Maria Helena Souza. (2000). **A produção do fracasso escolar**. Histórias de submissão e rebeldia. São Paulo: Casa do Psicólogo.

PAULA, Helder de Figueiredo; BORGES, Antônio Tarciso. Avaliação e teste de explicações na educação em ciências. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 175-192, 2007.

PEREIRA, Alexsandro Pereira, LIMA JUNIOR Paulo. Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 518-535, dez. 2014 530 .

PEREIRA, Alexsandro Pereira; OSTERMANN Fernanda. Aproximação sociocultural à mente, de James Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 23-39, 2012.

PEREIRA, Marta Máximo. Memória mediada na aprendizagem de Física: problematizando a afirmação “Não me lembro de nada das aulas do ano passado!” **Tese de Doutorado**. Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, 2014.

PEREIRA, Vilmar Alves. Ecologia cosmocena: uma perspectiva ontológica para Educação Ambiental. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.** ISSN 1517-1256, Ed. Especial, julho/2016.

PIETROCOLA, Maurício. A matemática como estruturante do Conhecimento físico. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v.19, n.1: p.89-109, ago. 2002.

PONTE, João Pedro da. **Investigar a nossa própria prática**. In GTI (Org), *Refletir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 5-28). Lisboa: APM, 2002.

POPPER, Karl. **A Lógica da pesquisa científica**. 9 ed. trad. Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 1993. 513p.

Prefeitura Municipal do Rio Grande. Secretaria Municipal de Educação. **Escola ComVida: Tecendo saberes e práticas educativas nos anos finais**. Org: Joelma Furtado. [et al.]. – Rio Grande: [s. n.], 2015. 257p.

POSSANI Lourdes de Fátima P.; FELÍCIO Helena Maria dos Santos. Análise crítica de currículo: um olhar sobre a prática pedagógica. **Currículo sem Fronteiras**, v. 13, n. 1, p. 129-142, Jan./Abr. 2013.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. 1ª reimpressão. São Paulo: Brasiliense, 1996.

RESENDE, Giovani; MESQUITA, Maria da Glória. Principais dificuldades percebidas no processo ensino-aprendizagem de matemática em escolas do município de Divinópolis, MG. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v.15, n.1, pp. 199-222, 2013.

RIO GRANDE. Prefeitura Municipal do Rio Grande. **Plano de estudos ensino fundamental – anos finais**. Secretaria de Município da Educação Núcleo do Ensino Fundamental – anos finais. 2015. Disponível em: [http://www.riogrande.rs.gov.br/smed/wp-content/uploads/2016/12/20161223-plano\\_de\\_estudos\\_finais.pdf](http://www.riogrande.rs.gov.br/smed/wp-content/uploads/2016/12/20161223-plano_de_estudos_finais.pdf). Acesso em: 24 jul 2018.

RITTER, Jaqueline. **Recontextualização de Políticas Públicas em Práticas Educacionais**. Curitiba: Appris, 2017. 285p.

RODRIGUES, Rosângela Hammes. Análise de gêneros do discurso na teoria bakhtiniana: algumas questões teóricas e metodológicas. **Linguagem em (Dis)curso**, Tubarão, v. 4, n. 2, p. 415-440, jan./jun. 2004.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social: O que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química nova na escola**. Nº 4, novembro 1996.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de Química. **Química nova na escola**, nº 16, novembro, 2002.

SEPÚLVEDA, Cláudia, et al. Uma ferramenta sociocultural de análise da apropriação da linguagem social da ciência escolar. **Atas do VIII ENPEC**, 2011. Disponível: [http://www.nutes.ufjf.br/abrapec/viiienpec/lista\\_area\\_8.htm](http://www.nutes.ufjf.br/abrapec/viiienpec/lista_area_8.htm).

SILVA, Leandro Londero; TERRAZAN, Eduardo S. O uso de analogias no ensino de modelos atômicos. **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Rio de Janeiro. (2005). Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/ousodeanalogiasnoensinod.trabalho.pdf>. Acesso: 21\06\2018.

SILVA, Tomaz Tadeu. **Documentos de Identidade**: uma introdução às teorias do currículo. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2015, 156p.

SMOLKA, Ana Luiza Bustamantes. O (im)próprio e o (im)pertinente na apropriação das práticas sociais. **Cadernos Cedes**, ano XX, nº 50, Abril/00.

SOUZA E MELLO, Maria Lúcia. Estudando o currículo como gênero do discurso. GT-12: Currículo. Caxambu: **31ª Reunião Anual da Anped**, 2008.

SOUZA SANTOS, Boaventura. **Um discurso sobre as Ciências**. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2003. 92p.

SPOSITO, Marília Pontes. Transversalidades no estudo sobre jovens no Brasil: educação, ação coletiva e cultura. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.36, n. especial, p. 095-106, 2010.

SPOSITO, Marília Pontes; TARÁBOLA, Felipe de Souza. Entre luzes e sombras: o passado imediato e o futuro possível da pesquisa em juventude no Brasil. **Revista Brasileira de Educação** v. 22 n. 71 e227146, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782017227146>.

TARDIF, Maurice. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. 5ª ed. Petrópolis: Vozes, 2005. 370p.

THIESEN, Juares da Silva. O que há no “entre” teoria curricular, políticas de currículo e escola? **Educação**, Porto Alegre, v. 35, n. 1, p. 129-136, jan./abr. 2012.

TORRES, Terezinha I. Martins. Monitoria Virtual no Moodle: Uma Proposta para Reconstruir os Pré-Requisitos de Cálculo “A”. 2007. 132 f. **Dissertação** (Mestrado Educação Ciências e Matemática). PUCRS. 2007. Disponível: <http://capesdw.capes.gov.br/capesdw/resumo.html?idtese=20072442005019026P3>. Acesso: 30 jul.2018.

URIBE, Ángela Camargo; MARTINEZ Christian Hederich. Perfíles de enseñanza según formas de interacción comunicativa en el aula. Estudio de caso con seis profesores de ciencias naturales. **Folios, Segunda época**, N.o 44 Segundo semestre de 2016. pp. .5 599—1746. ISSN: 0123-4870.

VENEU, Aroaldo; FERRAZ, Gleice; RESENDE, Flavia. Análise de discursos no ensino de ciências: Considerações teóricas, implicações Epistemológicas e metodológicas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 126-149 | jan-abr | 2015.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente**. 4ª edição brasileira. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1991. 90p.

\_\_\_\_\_. **Pensamento e linguagem**. 1896 – 2001. Edição Ridendo Castigat Moraes. Versão para eBook. eBooksBrasil.com. Fonte Digital: [www.jahr.org](http://www.jahr.org). 136.p.

WALKER, Jearl. **O Grande Circo da Física**. Coleção Aprender Fazer Ciência, 2ª ed., Lisboa: Gradiva, 2001. 563p.

WERTSCH, James. V.; DEL RÍO, Pablo; ALVAREZ, Amelia. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artemed, 1998. p. 11-38.

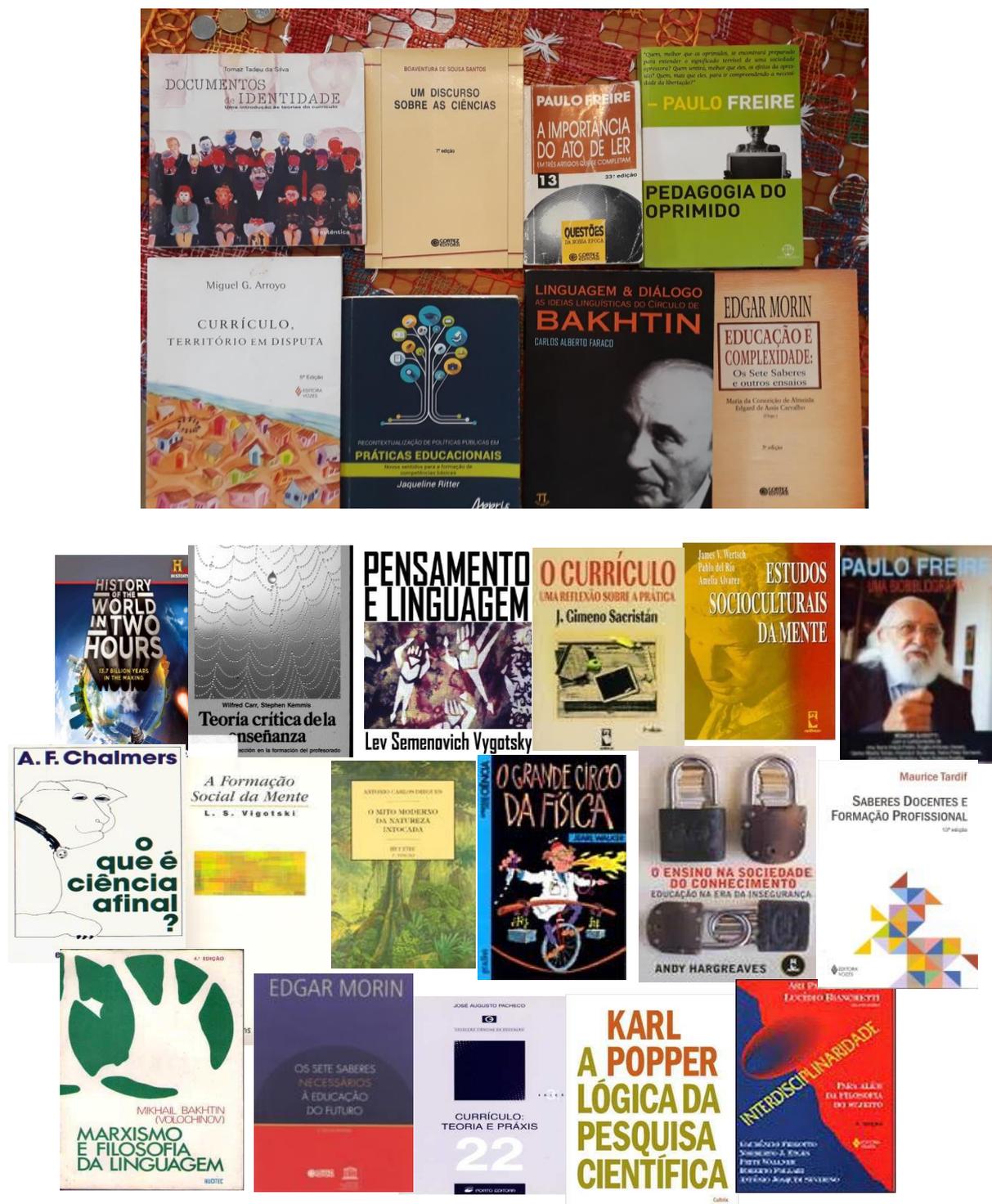
YAGUELLO, Marina. **Introdução**. In: BAKHTIN, M. Marxismo e Filosofia da Linguagem. 12ª Edição, HUCITEC: 2006. 201p.

YOUNG, Michael F. D. Para que Servem as Escolas? **Educ. Soc., Campinas**, vol. 28, n. 101, p. 1287-1302, set./dez. 2007. Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em 31 March. 2017.

\_\_\_\_\_. Por que o conhecimento é importante para as escolas do século XXI? Tradução de Tessa Bueno. **Cadernos de Pesquisa** v.46 n.159 p.18-37 jan./mar. 2016.

ZEICHNER, Kenneth. Para além da divisão entre professor pesquisador e pesquisador acadêmico. In C. M. G. Geraldi, D. Fiorentini, & E. M. Pereira (Orgs.), **Cartografias do trabalho docente** (pp. 207-236). Campinas: Mercado das Letras, 1998.

Figura 20: Fotografias da capas das principais obras referenciadas.



Fonte: Autoria própria.