

place, immersed in active and mediated processes. For this article, the objective was specifically to present and discuss partial results in terms of the analytical categories - content mathematization and conflict between explanatory models - which demonstrated the signs of conceptual significance that occurred during the discursive interactions mediated by different forms of language. It was established as a research hypothesis that, from listening attentively to students' manifestations, immersed in interactive learning processes, it is possible to legitimize them as operative mediations in the pedagogical process. The path of the investigation consisted of identifying the phenomena of interest to students motivated by the interactive dialogues that took place in the context of the class, as tools of cognitive mediation and inserting them in the course of new conceptual and contextual interactions. The results presented give evidence of conceptual elaborations by students who dialogically resignify the phenomena under study via scientific language, producing learning mediated in the pedagogical act. Learning is perceived in terms of the evolution of the conceptual profile, in which scientific knowledge, among others, developed by students, dialogically confirms the research hypothesis.

Keywords: Enunciation. Scientific concepts. Language.

1 Introdução

Move nosso interesse acadêmico e profissional, a relação pedagógica centrada nos movimentos de ensinar e aprender na educação básica, na sala de aula, situação sobre a qual questionamos: o que há aí que não vem ocorrendo a contento?³. Direcionamos nosso olhar investigativo para as potencialidades dos estudantes engajarem-se em movimentos individuais e coletivos de construir e elaborar aprendizagens, a partir da aula. Identificamos essas aprendizagens através da Teoria das Interações Discursivas (BAKHTIN, 1992), da qual utilizamos o conceito de *enunciação* na sua ocorrência concreta, buscando compreender os processos pelos quais as manifestações dos estudantes podem ser consideradas como elementos para embasar os passos de ensino, formando movimentos dialógicos que possam resultar em aprendizagens discentes e docentes. Assim, os passos iniciais de ensino foram dados pela professora, mas o prosseguimento das ações docentes dependeu das respostas dos estudantes, que estimuladas, estabeleceram controvérsias sobre as quais versam os diálogos, como se apresenta nos resultados e discussão deste artigo. Sem esse movimento dialético e dialógico, o ensino ocorre sem correspondência com as necessidades discentes, de forma instrucional, produzindo as inadequações e mal-estares rotineiramente observados na escola.

Investir na aprendizagem ativa e mediada em processos interativos com os estudantes parece ser uma alternativa exitosa para inseri-los no processo dialético, no qual o aprender integra um movimento pedagógico articulado e multifacetado, entre ensinar e aprender. Nossa intenção docente, em relação ao movimento de aprender dos estudantes, é que eles possam, no processo, conscientizarem-se das próprias enunciações e aprendizagens e do caminho não linear, individual e coletivo dessas em processos interativos ocorridos na sala de aula.

³ Autores como Ribeiro (1994), Demo (1997), Patto (2000), Arroyo (2017), entre outros dão conta de algum tipo de inadequação envolvendo as relações pedagógicas na escola, e seus resultados evidenciados em formas negativas na vida escolar de estudantes e professores, tais como: não aprendizagem, repetência, evasão, anacronismo, modismos, fracasso, desvalorização da carreira docente, adoecimento docente, etc.

Em se tratando das possibilidades de aprender dos estudantes, a linguagem da Ciência requer especial atenção, pois é composta de códigos e símbolos específicos, de modo que a apropriação ineficiente desses sistemas resulta em problemas para o processo de significação conceitual. Afinal, a Ciência, pela sua natureza descontextualizada, não se faz compreender de modo fácil ou automático. Vygotsky cita Goethe: “As palavras da ciência ocultam a sua substância” (VYGOTSKY, 2001, p. 31). Isso ocorre porque as teorias científicas e os seus conceitos associados são generalizações, abstrações do real, que, para ganharem sentido, precisam retornar ao real, via sucessivas recontextualizações (RITTER, 2017). E é nesse processo duplamente mediado pelo contexto e pelos conceitos que a significação conceitual evolui e as enunciações tornam-se atos conscientes do pensamento dos estudantes.

Nessa perspectiva, objetivamos estudar a relação entre o ensino redirecionado pelas manifestações dos estudantes e as aprendizagens que se tornam possíveis, através das mediações proporcionadas. Para tal propósito, orientamo-nos pela seguinte questão de pesquisa: ‘por quais 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 dialogicamente?’ Essa questão de pesquisa para legitimar-se necessita que os estudantes se manifestem em aula e fora dela, nos espaços ampliados da escola. Esse processo tem uma face política de fomentar a valorização da voz do estudante, num movimento amplo de ‘empoderamento’ discente.

Nesse sentido, a intencionalidade docente considerou a aula como espaço-tempo plural, onde todos os sujeitos são legítimos para expressarem-se, e amiúde, o curso da aula desviou-se do seu planejamento inicial, perseguindo o que disseram e como se expressaram os estudantes em suas enunciações. Essa escuta foi capaz de apontar o redirecionamento necessário do curso da aula e do programa de ensino, para que a aprendizagem pudesse ocorrer de acordo com as necessidades discentes e docentes que emergiram no processo. Assim, houve todo um trabalho pedagógico, no sentido de promover a dialogia freireana (FREIRE, 1996) que incentiva e abre espaços de fala aos estudantes, considerando as suas manifestações, em forma de perguntas, opiniões, reclamações, etc, como mediações legítimas nos processos pedagógicos de ensinar e aprender.

A fim de melhor sistematizar o estudo, em seus aspectos amplos e específicos para este artigo, reiteramos: o objetivo geral da pesquisa consiste 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. Optou pela metodologia da pesquisa-ação, em que a pesquisadora-autora é a professora imersa no contexto da educação escolar básica, e como tal, antes de ser sobre *é na e para a* educação escolar (CARR; KEMMIS, 1988), em Ciências Naturais, no Ensino Fundamental. Nossa hipótese de pesquisa pautou-se na perspectiva teórica sociointeracionista, acerca da qual entendemos que é na escuta atenta das manifestações dos estudantes imersos em processos ativos e interativos de aprender, que é possível legitimar essas manifestações como mediações operativas no processo pedagógico. Os movimentos que delinearam o caminho da investigação em sala de aula consistiram em: partir do fenômeno em diálogo/estudo, acolher as ideias dos estudantes como constituintes dos temas de enunciação e como ferramentas de cognição (palavras, conceitos e relações) e inserir mediações as quais resultam em (re) elaboração conceitual, pelos estudantes, que ressignificam, dialogicamente, os fenômenos e os conceitos.

Diante de tais intenções, os objetivos específicos consistem em: reconhecer e demonstrar indícios de significação conceitual, por parte dos estudantes, em termos da evolução do perfil conceitual (MORTIMER, 1996); detectar/identificar formas discursivas (enunciações) que indiquem elaborações e recriações discentes e docentes. No decurso da discussão de

resultados bem como na conclusão, analisamos brevemente as potencialidades e os limites das situações produzidas.

2 Fundamentos teóricos

O referencial teórico, no tocante a aprendizagem, é sociointeracionista, de modo que, para fomentar e compreender a significação conceitual, valemo-nos de Vygotsky (2001) para o qual as interações sociais determinam a formação de funções mentais superiores. Estas estão em uma relação imbricada com a significação conceitual, que, por sua vez, dá-se pela inserção de mediações por instrumentos e signos⁴. Assim, conteúdos e métodos estão a serviço da compreensão, da elaboração conceitual, a partir do fenômeno em estudo; em vez de estarem prescritos *a priori*, como ocorre na educação bancária, denunciada por Freire (1996). A Teoria das Interações discursivas (BAKHTIN, 1998) embasa a análise das interações verbais na sua ocorrência concreta, que, neste caso, são as aulas filmadas e transcritas, a partir das quais se selecionam excertos que chamamos enunciações.

Segundo Bakhtin (1998; 2006), o enunciado traz uma estrutura composicional, relacionada à argumentação (GOULART, 2009), um estilo verbal e um conteúdo temático, além de veicular um gênero discursivo. Este se relaciona com o contexto do sujeito e da situação enunciativa, a qual nunca é neutra, mas ideológica, histórica e situada, colocando em relação contextos diversamente orientados. Assim, diálogo na teoria bakhtiniana não é apenas interação verbal, mas engloba-a. Sempre que algo é comunicado, há diálogo e discurso. O primeiro veicula discursos que são relacionais, históricos, responsivos, ideológicos e atrelados ao contexto extraverbal. Discursos em movimento produzem novos discursos, evidenciando “vozes sociais que se complementam, polemizam e respondem umas às outras” (GOULART, 2009, p. 17).

Essas características tornam a Teoria das Interações Discursivas bakhtiniana especialmente útil para análise dos processos pedagógicos mediados em sala de aula, pois aí se encontram contextos diversamente orientados; tantos contextos, quantas pessoas em interação houver, além do contexto das interações em si, que são ensinar, aprender, conviver, afetar-se e até emocionar. Porém, o ensino instrucional costuma ignorar essa diversidade de vozes e contextos, primando pela homogeneização – diríamos forçada, das pessoas e das relações que elas são capazes de engendrar na escola. Muitas vezes ouvimos – ou dissemos em ambiente escolar: “Tu estás aqui para aprender!”, reduzindo o aprender ao ponto de vista cognitivo, como único processo possível e desejado na escola. Embora documentos orientadores e teorias educacionais aceitas apontam que esta não é mais a sua única função.

Com base nessas ideias, apostamos com Freire (1987, 1996), na problematização a partir do vivido, considerando as leituras de mundo dos estudantes e no diálogo entre professores e estudantes e destes com os objetos de conhecer, na busca do “ser mais do educando”, a partir da consciência da própria inconclusão, comum entre professores e estudantes. O senso de inacabamento pedagogicamente considerado leva à valorização da curiosidade discente, que deve, no processo, transformar-se de curiosidade ingênua, para epistemológica, conforme Freire (1996).

⁴ Signo em Vygotsky, segundo Wertsch (1998) tem o sentido de ser um dos elementos pelos quais ocorre a mediação, como inserção de elementos externos para favorecer a aprendizagem, geradora de desenvolvimento de funções mentais superiores. O signo diferencia-se do instrumento pelo fato de o primeiro constituir-se em uma atividade interna dirigida para o controle do próprio sujeito, como a linguagem.



Utilizamos ainda a noção de perfil conceitual de Mortimer (1995, 1996) como forma de perceber indícios de aprendizagem discente, uma vez que o perfil conceitual integra visões empíricas ou cotidianas sobre os fatos científicos, com visões validadas pela comunidade científica. Essa noção é especialmente útil e importante na percepção e avaliação do processo de aprender dos estudantes, pois a evolução do perfil conceitual não prevê mudanças bruscas nas compreensões discentes, nem substituição de ideias prévias pelas corretas, do ponto de vista da Ciência. Antes, aposta na convivência de formas distintas de compreensão que se relacionam com o ambiente discursivo, o que faz da linguagem aspecto essencial na pesquisa, pois, segundo Vygotsky (2001), a palavra dita externa a intimidade que os estudantes passam a ter com ela, sendo um passo importante e precursor da formação do pensamento.

Por isso, é importante aproximar a linguagem da Ciência dos estudantes, de modo que eles se familiarizem com suas palavras, para que elas deixem, gradativamente, de serem palavras estrangeiras. Para Bakhtin (2006), o sentido da palavra é determinado por seu contexto e o “diálogo constitui um caso particularmente evidente e ostensivo de contextos diversamente orientados. [Estes] não estão simplesmente justapostos, como se fossem indiferentes uns aos outros; encontram-se numa situação de interação e de conflito tenso e ininterrupto” (BAKHTIN, 2006, p. 109). Assim como os contextos, também as operações mentais que atuam no processo de formação conceitual não são lineares ou previsíveis. Antes, encontram-se no devir que integra os movimentos de ensinar e aprender, através da linguagem.

[...] um conceito se forma não através do jogo mútuo das associações, mas através de uma operação intelectual em que todas as funções mentais elementares participam numa combinação específica. Esta operação é orientada pela utilização das palavras como meios para centrar ativamente a atenção, para abstrair certos traços, sintetizá-los e representá-los por meio de símbolos (VYGOTSKY, 2001, p. 70).

Além desses autores, valemo-nos de Pietrocola (2002) e Veneu, Ferraz e Resende (2015) para refletir sobre aspectos específicos do ensino de ciências, na sua interface com a Matemática e para explicar o dispositivo analítico utilizado, respectivamente. Pietrocola (2002) traz a ideia de que a Matemática é estruturante do conhecimento científico, além de discutir a relação entre o concreto e o abstrato, implicada na relação entre modelo e realidade que se estabelece ao utilizar-se modelagem, como estratégia e conteúdo de ensino sobre fenômenos científicos. Já de Veneu, Ferraz e Resende (2015) formularam o dispositivo analítico para análise do discurso de vertente bakhtiniana, tomando como base os elementos principais da Teoria das Interações Discursivas: discurso, diálogo, enunciado/enunciação e contexto.

Finalmente trazemos Carr e Kemmis (1988) que embasam o método de desenvolvimento da pesquisa, na forma de pesquisa-ação crítica e emancipatória, na qual a professora da turma pesquisa a sua própria prática, na sua ocorrência concreta, que é o cotidiano da sala de aula. O caráter emancipatório dá-se, segundo os autores e também na perspectiva freireana, nos processos de conhecer desencadeados na ação. Os resultados pretendidos são, além da elaboração conceitual dos estudantes, a sua formação ampla, em termos de perceberem-se integrando uma comunidade de aprendizagem, abrindo a possibilidade de integrarem comunidades mais amplas na escola e fora dela. A formação da professora, como pesquisadora, integra o escopo da pesquisa-ação, constituindo-se em uma práxis produtora de conhecimento na e sobre a escola, a sala de aula e sobre as relações entre ensinar e aprender que lá se constituem.



3 Desenho metodológico

Contrariando o modelo de pesquisa em educação em que o pesquisador externo investiga a educação escolar, muitas vezes com pretensão prescritiva, autores como (CARR; KEMMIS, 1988; DEMO, 1997; NÓVOA, 2014) reforçam a importância de o próprio docente da escola básica constituir-se pesquisador, configurando o que os primeiros chamam de pesquisa-ação. O desenho metodológico da pesquisa, sucintamente, foi: filmar, transcrever e analisar as aulas, tendo em vista a construção conceitual dialógica, pela via das interações discursivas. As aulas analisadas integram um conjunto maior de aulas durante o ano letivo, nas quais se procurou desenvolver a dialogia como via dos movimentos de ensinar e aprender.

A escola onde ocorreu a pesquisa situa-se na região periférica urbana da cidade do Rio Grande, RS, em escola municipal de ensino fundamental. Esta não conta com laboratório de Ciências, possuindo, além das salas de aula, apenas sala de vídeo com internet, onde se guardam, para uso pedagógico, modelos físicos simples. Entretanto, a escola prima pela promoção do protagonismo discente, apoiando e fomentando iniciativas docentes nesse sentido. No presente artigo, trazemos análise sobre as interações havidas em uma turma de 9º ano, considerando três aulas em sequência. A filmagem das aulas foi essencial, pois na teorização bakhtiniana, a situação extraverbal integra-se ao enunciado (BAKHTIN 1998). No campo da epistemologia do conhecimento científico, diz-nos Bachelard: “A tradicional divisão entre a teoria e sua aplicação ignorava esta necessidade de incorporar as condições de aplicação na própria essência da teoria” (BACHELARD, 1996, p. 76). Baseando-se nessa ideia bachelardiana, a pesquisa é qualitativa, exploratória, e é tecida de forma que teoria e prática realimentam-se mutuamente.

Nosso objetivo pedagógico é que os estudantes elaborem autonomamente suas aprendizagens, em termos de elaborações conceituais. Tendo em vista que estas são processos graduais próprios dos sujeitos, nossos objetivos não se centram em medir ou comprovar a assimilação de conceitos. Antes, objetivamos envolver os estudantes em práticas dialógicas por meios das quais eles possam ir elaborando compreensões acerca dos conteúdos estudados, com vistas às construções conceituais, evidenciadas pela evolução do perfil conceitual. Entretanto, esse movimento analítico produz resultados qualitativos que compartilhamos nesta escrita. Ademais, a pesquisa-ação não é estática e descritiva; mas dinâmica e dialética. Empenhamo-nos em estimular, constituir e manter relações dialógicas entre ensinar e aprender Ciências; entre quem ensina e quem aprende, pois, segundo Freire (1996), Carr e Kemmis (1998) e Demo (1997), o ensino sem pesquisa torna-se anacrônico e desprovido de sentido.

3.1 Interações e produção do corpo empírico da pesquisa

A centralidade do olhar investigativo volta-se para a qualidade das interações com foco nas mediações na própria relação pedagógica rotineira de sala de aula, *in loco e ad tempus*; não como projetos ou iniciativas pontuais, porque pensamos com Freire que “[...] o espaço pedagógico é um texto para ser constantemente ‘lido’, interpretado, ‘escrito e reescrito’”(FREIRE, 1996, p. 109, aspas e itálico no original), sendo que “o ensinar se dilui na experiência realmente fundante de aprender. [...] Não existe docência sem discência” (FREIRE, 1996, p. 12).

O corpo da pesquisa foi produzido mediante filmagem e posterior transcrição das aulas que se originaram de seminários preparados e apresentados pelos estudantes, com temas escolhidos por eles, a partir do documentário “A História do Mundo em 2 Horas” (COHEN, 2001), assistido em aula anterior. A partir da exibição comentada do filme, os estudantes



produziram em grupos, durante cerca de quatro semanas, trabalhos sobre aspectos escolhidos por eles do filme, como ilustramos abaixo. Esses trabalhos foram produzidos em casa, mas com acompanhamento da professora, durante as aulas. Na sequência, foram apresentados e discutidos em forma de seminários, durante dez semanas, ocasiões nas quais se foram desenvolvendo os conteúdos científicos, como forma de propiciar aos estudantes que eles pudessem apropriar-se das informações buscadas, em uma trama dialógica de produção de significados, ou seja, de produção coletiva de conhecimento.

Figura 1 – Seminários apresentados pelos estudantes



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2019.

Os dois últimos seminários (A formação da Lua e Modelo atômico X Sistema solar) produzem duas das aulas analisadas, a aula 1 (Gravidade) e a aula 3 (Modelo atômico X Sistema solar). A segunda aula da série analisada (Marés) surge de discussões havidas na Aula Gravidade. As filmagens foram feitas pela professora-pesquisadora, com o auxílio dos estudantes, que se sentiram, com isso, valorizados, o que ajudou a romper barreiras entre os sujeitos, instalando um clima de cooperação e parceria na turma.

A transcrição ocorreu através de audição e escrita dos áudios, sem o auxílio de softwares de transcrição, pois estes não funcionaram para “áudios sujos”⁵, que, no nosso caso, são áudios com várias vozes superpostas e ruídos característicos de uma turma de adolescentes motivados para conhecer, imersos em processos ativos. A escolha das três aulas analisadas, em detrimento de outras também filmadas, dá-se em função de critérios de ordem prática, tais como: gravações de som mais limpo, maior número de estudantes presentes, amadurecimento da turma para participação, uma vez que, desde o início do ano letivo, exercita-se com os estudantes a forma dialógica de aula, na qual a sua participação ativa é imprescindível para os objetivos pedagógicos de ensino e aprendizagem e da pesquisa-ação.

Os estudantes e seus pais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o qual foi trabalhado didaticamente em aula, como desdobramento da temática sobre a natureza da pesquisa científica, no que tange às questões éticas, uma vez que eles sabiam que participavam, como sujeitos, de uma pesquisa em educação. Nessa ocasião se pontuou, em linhas gerais, considerando o nível de ensino, os diferentes campos de pesquisa, seus tipos, suas exigências e suas possíveis sistematizações.

⁵ Esta foi a expressão produzida pelos softwares de transcrição, significando áudio incompreensível para a decodificação do software.



Abaixo, apresentamos os dados objetivos das aulas:

Quadro 1 – Dados prévios das aulas.

Aula	Data e hora	Alunos	Local	Recursos
1. Gravidade	11.07, 18h às 20h	20	Sala de aula	Modelo físico do Sistema Terra-Lua-Sol
2. Marés	13.07, 18h às 20h	17	Sala de aula e sala de vídeo	Simulador virtual
3. Modelo atômico X Sistema solar	18.08, 16h às 18h	20	Sala de aula	Modelos físicos (Átomo e sistema solar)

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2019.

Os estudantes foram orientados a formar grupos para escolher e estudar um tópico específico do filme e preparar seminários sobre os tópicos escolhidos. Os seminários foram posteriormente apresentados em aula. Assim, a abordagem dos conteúdos, a partir das apresentações, é contextual e fenomênica, isto é, parte de um fenômeno ou processo escolhido pelos estudantes, a partir do filme. Quando das apresentações, mediações foram sendo inseridas, considerando a expressão dos estudantes no diálogo, também como mediações, processo no qual a professora-pesquisadora sempre procurou o acolhimento da palavra dos estudantes (FREIRE, 1996), fomentando o diálogo, essencial tanto neste autor, como ato de comunicação simétrica, como em Bakhtin (2006), como ocasião onde contextos, a princípio diversamente orientados, se encontram. Assim, os conteúdos desenvolvidos são importantes porque estão a serviço da aprendizagem contextualizada e dialógica de conceitos científicos, para explicar fenômenos e processos de interesse dos estudantes.

Para proceder a análise propriamente dita, 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, trabalharam-se diretamente os textos transcritos, tendo à mão as vídeo-gravações, no intuito de identificar o máximo de detalhes dos excertos significativos, 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 temas de enunciação, 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 (2006): relação com os outros participantes, conclusibilidade e alternância dos sujeitos de fala, sendo esta última característica, somente ela, suficiente para determinar o enunciado. Os autores ressaltam que essas características não são estanques, podendo imbricar-se umas nas outras.

Conseqüentemente, os enunciados, que apresentamos como Temas de enunciação, começam a se constituir em torno de palavras/conceitos, como unidades providas de alternância de sujeitos de fala e conclusibilidade, essa última compreendida como o falante tendo comunicado tudo o que queria comunicar naquele momento. Esse processo analítico desencadeou-se com a devida atenção para a articulação entre o material linguístico (a



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. Segundo Tardif (2005), eles têm estratégias para passar pela escola, sem afetar-se pelas atividades que lá ocorrem, o que naturalmente dificulta o processo pretendido de enculturação. Pietrocola (2002) elenca algumas razões que concorrem para a situação de dificuldade de mudar esse *status quo* das ações entre ensinar e aprender conceitos científicos na escola, tais como a interpretação equivocada por parte de professores – que terá certamente efeitos nos estudantes – sobre o real papel da Matemática na Ciência, interpretação esta que atribui à primeira um caráter meramente instrumental, ignorando a força da linguagem, como criadora de significados (VYGOTSKY, 2001), e não apenas como decodificadora.

Voltando à evolução do perfil conceitual, na Aula 1, a matematização evoluiu de um nível inicial, a partir da inserção, realizada pela professora, do diâmetro como parâmetro matemático de comparação entre os corpos celestes (meteoros) que teriam colidido com a Terra em duas ocasiões distintas, fenômenos desencadeadores de dois eventos: a formação da lua e a extinção dos dinossauros. Esse movimento foi motivado pela questão discente mostrada no primeiro enunciado apresentado, a partir da qual segue o diálogo:

P: E o outro [meteoro], que ocasionou a extinção dos dinossauros, era bem menor (...)
Olha, diâmetro estimado entre 12 e 14km. Vejam a diferença! O que significa diâmetro? Me mostrem o diâmetro dessa figura aqui.

A professora desenha no quadro e pergunta: *E se fosse esférica?* Gesticula, demonstrando a esfera, a partir do desenho. Os estudantes gesticulam em resposta, simulando um corte, uma secção da esfera. Pietrocola (2002) coloca que atividade modelizadora deve relacionar os dados brutos contidos na observação com a representação conceitual do fenômeno em estudo, como pensamos ter desenvolvido nesta aula. Em sequência ao excerto acima, seguem-se as interações dialógicas, buscando a relação entre os asteroides, que justificasse os diferentes efeitos dos seus impactos no planeta Terra, em tempos primitivos.

P: Pra facilitar a conta, de cabeça: vamos considerar que o diâmetro do primeiro asteroide seja 6000Km. Quanto é 6000 dividido por 12? Vamos considerar 12Km o diâmetro do outro, também pra facilitar a conta... Se fosse 6000 dividido por 6, qual seria a resposta?

AG3: 1000.

P: Mas não é seis, não é por seis, (...) é por 12,... que vamos dividir, pois o asteroide tinha, na verdade, não seis quilômetros, mas tinha doze. Fizemos isso só pra facilitar a conta... Sendo o diâmetro do asteroide, 12Km, quanto dá?

AG4: 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 ocasionou... Desencadeou os eventos que, depois de muito tempo, acabaram por extinguir os dinos.

No excerto acima, vemos que a necessidade da explicação matemática impôs-se no curso da aula, tendo produzido compreensão dos estudantes sobre a diferença entre as duas situações. A partir daí, passou-se a análise dimensional da equação da gravitação, para chegar a um conceito complexo e relacional que é a Gravidade, explicação motivada pelos seguintes posicionamentos externados pelos estudantes no curso das interações:

AG1: É todos os planetas e todos... estrelas... são redondas...

AG4: Não! As estrelas, não dá pra saber se são redondas, porque elas tão sempre explodindo...

AG5: 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...

Partindo da necessidade de explicar a natureza esférica dos corpos celestes, a professora percebe que deve fomentar a compreensão da Gravidade como fenômeno responsável pela configuração desses corpos e suas interações. Encaminha, então, a explicação matemática, partindo da apresentação da equação da gravitação, explicando que o G é uma constante com a qual não é necessário se preocupar no momento. E, também, arbitra valores para as massas e para a distância, como se pode ver no excerto abaixo:

P: Então vamos lá: $F_g = G \frac{4 \cdot 2}{2^2} = 8G / 4 = 2G$ (...) E se a massa do corpo aumentasse pra 4 unidades: $F_g = G \frac{4 \cdot 4}{2^2} = 16 / 4 = 4G$, então o que concluímos daqui? Olhem para as três equações... Vocês tem que comparar as três...

AG16: A gravidade era 2 e agora dobrou.

P: Por que dobrou?

AG3: 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?

AG16: 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?(...) Quero ideias... Hipóteses... (Silêncio entre os estudantes).

Voltamos a tratar do raciocínio matemático sobre a gravidade, que nesta aula completou-se com os estudantes sendo incentivados a refletir sobre a influência da distância na força da gravidade, completando o estudo e a interpretação da equação da gravitação universal como instrumento mediacional (VYGOTSKY, 2001), exercitando o pensamento, com vistas a construir de modo relacional, o conceito de Gravidade:

P: Vamos ver: $G = 8 / 16 = 0,5$. Agora vamos triplicar a distância entre os dois corpos que tem massa $2u$ e $4u$, aaaa... Vamos ver o que acontece... $= 8/36 = 0,22$. Então, o que podemos concluir? (...) 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.

AG16: 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 conceitual relacional. Sobre a inserção de recursos matemáticos na aprendizagem dos estudantes, assim se posiciona 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 desenvolveu-se a partir de iniciativa da professora (na Aula 1), com reclamações por parte dos estudantes. Inobstante, passou-se a utilizar, gradativamente, na dialogia da aula, palavras/conceitos matemáticos, o que levou à elaboração do conceito de Gravidade a partir da análise dimensional da equação da gravitação, como demonstrado acima. Na aula seguinte (Aula 2: Marés), dados matemáticos oriundos da aula 1 foram utilizados pelos próprios estudantes na interação dialógica para embasar sua argumentação. E, finalmente na Aula 3, argumentos matemáticos foram usados como fundamento na preparação do seminário, como aparece nos excertos a seguir, oriundos das Aulas 2 e 3 respectivamente:

A8M: Mas sora, como eles botaram⁷ 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. Vocês já vão entender por que isso...

Pensamos que esse excerto denota a evolução do perfil conceitual (MORTIMER, 1996), em relação ao uso da Matemática como ferramenta potente para elaborar compreensões conceituais. Isso porque, se na Aula 1 houve descontentamento com essa utilização; já na Aula 2, os próprios estudantes tomaram a iniciativa de argumentar utilizando dados numéricos que haviam calculado na aula anterior. Demonstrem, assim, apropriação e uso da linguagem matemática como instrumento da mediação semiótica (VYGOTSKY, 2001). E, na terceira aula da sequência, essa evolução consolida-se, pois os estudantes preparam sua apresentação utilizando a noção de escala como critério diferenciador da comparação que fazem entre o modelo atômico de Rutherford e o sistema solar.

A1S: É isso, e como a sora [...] 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: 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.

⁷ 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 virtual, usado em aula.



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).

No entanto, o curso dessa superação de conceitos prévios, em favor daqueles cientificamente aceitos, não pressupõe troca automática de ideias; antes ela ocorre processualmente, através da evolução do perfil conceitual (MORTIMER, 1995). Na sala de aula, manejamos com diferentes contextos, e essa diferença não somente é relativa aos contextos de diálogo, mas também o contexto social amplo, o que configura, como sabemos, a escola e a sala de aula como ambientes onde convergem fatores multi referenciados, aí residindo sua riqueza e também seus desafios. Entre esses desafios, está lidar com o estudante quieto, herdeiro de uma tradição escolar do silenciamento gradativo na escola. Bakhtin (2006) também nos ajuda 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).

Em se tratando do conhecimento docente sobre os discentes e seus modos de aprender, essa interação nos faz refletir sobre o quão inadequados podem ser alguns diagnósticos docentes sobre o “aluno quieto” ou “não participativo”. A estudante, com base no seu conceito sincrético de céu, argumenta que não é possível chegar até lá e envolve as nuvens nesse raciocínio. Isso acaba por facilitar o encaminhamento da explicação, pela professora, que se utiliza de fenômenos conhecidos cotidianamente, como a cerração (neblina), bem como fenômenos já estudados em séries anteriores, como o ciclo da água e os tipos de nuvens, como signos de mediação para estabelecer o diálogo conceitual. Além disso, utiliza-se de um vídeo gravado com o celular, como artefato tecnológico, para mostrar uma realidade vivida, as nuvens vistas de cima.

Dessa forma, estabelecem-se dois campos de conhecimento científico diferentes: o da Astronomia, da qual faz parte o objeto inicial dos estudos da aula, e o dos fenômenos atmosféricos. De acordo com Girola (2004), para Bakhtin: “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). Dessa forma, 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. Do mesmo modo, pensa Vygotsky (2001): “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 se seguem, fica claro o conflito entre o uso de um modelo físico pela professora e a realidade percebida e, também, o conflito entre dois diferentes sistemas de pensamento: físico e geográfico. A interação foi desencadeada pelo seguinte questionamento de uma das estudantes:

AG2: Mas como a gravidade... Tipo seleciona as coisas que ficam em cima em baixo?

P: Vamos combinar uma coisa: vamos falar em perto do centro e longe do centro?

AG2: Por quê?



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 mantém o conjunto erguido no ar. Outros alunos 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?

A11G: Tá virado, ora!

Essa dificuldade de as estudantes aceitarem que a professora use o modelo físico do sistema Terra-Lua-Sol, de forma, a seu ver, “virada”, é um indício da dificuldade apontada por Moreira (1996) de se trabalhar pedagogicamente com modelos conceituais⁸. Segundo o autor, os estudantes, como esperado, formulam modelos mentais confusos e incompletos sobre os fenômenos, o que concorda com a noção de perfil conceitual de Mortimer (1995). Nesse, podem coexistir noções prévias, derivadas da experiência cotidiana e as formulações conceituais que os estudantes vão elaborando, enquanto participam dos movimentos mediados de ensinar e aprender. Eles vão formando, dialógica e dialeticamente, consciência sobre esses diferentes contextos, sendo que as palavras que utilizam refletem esse saber. Compreendendo dessa forma, a professora esclarece a questão sobre o modelo estar “virado”:

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... E parâmetros, latitude, longitude, e também porque a gente usa mapas que são representações em duas dimensões. (Gesticula tocando a superfície da mesa). 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... Que são jeitos de interpretar a realidade.

As origens dos enunciados, ou seja, 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. Nesse sentido, os fragmentos das falas dos estudantes devem ser compreendidos como indícios de elaborações e reelaborações conceituais mediadas, que servem para (re)direcionar o planejamento docente e a execução da aula, como se vê abaixo, em um enunciado que complementa o da página 13, sobre a natureza do céu:

⁸ Krapas et al. (1997) distinguem várias categorias de modelos usados no fazer científico e no ensino de Ciências: mentais, conceituais, consensuais, expresso e pedagógico.



P: Pra eu te compreender: O que estás querendo dizer com limite do céu? É o limite do universo? Este realmente, não sabemos... 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... São teorias.

A13G: O céu é um só, então eu não acredito nisso aí... Plural... Só sei que o céu não tem limite e não dá pra chegar lá.

P: 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, mas não é sólido... 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, a Religião e a Ciência... Não devem se misturar. Já foram misturados no passado, mas não é uma coisa boa misturar. Não sei se ajudei a esclarecer a tua questão...

Nessa questão sobre o céu, aparece a dupla natureza do signo na teorização bakhtiniana:

O signo apresenta uma dupla natureza, pois, ao mesmo tempo em que existe como parte de uma realidade, ele reflete uma outra realidade. O signo ideológico é concomitantemente reflexo da realidade e fragmento material dessa realidade. O signo tem uma encarnação material, ou seja, é um fenômeno do mundo exterior e, dessa forma, a sua natureza é objetiva (GIROLA, 2004, p. 320).

Essas ações dialogais, de circunscrever campos de saber, foram importantes para os estudantes situarem suas construções conceituais, fornecendo-lhes uma perspectiva de organização do conhecimento em partes articuladas, conferindo ao conhecimento científico o seu caráter de construção humana da qual eles, como estudantes, têm possibilidades de acessar e/ou construir.

A seguir, trazemos o conflito entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano, estabelecido na aula 2, Marés, ao tratar do regime de marés na praia do Cassino, em Rio Grande, a partir do questionamento de um estudante sobre uma situação vivenciada nessa praia, passando pela revisão do formalismo matemático do conceito de gravidade, aprendido na aula anterior, 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 disso 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.



de matéria poeiras e asteroides... A nuvem eletrônica é uma região de probabilidade de o elétron estar, se movendo. E as órbitas dos corpos celestes, elas são bem conhecidas... E tem outra diferença importante também: no sistema solar tem uma força predominante agindo. Que força é mesmo?
AAS: Gravidade sora...

Apresentamos, em seguida, um quadro-resumo da evolução dos perfis conceituais por meio dos dois temas de enunciação tratados neste artigo: *Matematização* e *Conflito entre modelos explicativos*.

Quadro 2 – Resumo da evolução dos perfis conceituais nos dois Temas de enunciação analisados.

Aulas	Matematização	Conflito entre modelos explicativos
1. Gravidade	Iniciativa da professora; reclamações dos estudantes.	Adequação do uso do modelo à realidade percebida; Modelo intuitivo X modelo científico; Conflito entre sistemas conceituais diferentes;
2. Marés	Uso pelos estudantes, como argumentação no curso da aula.	Conhecimento cotidiano e conhecimento científico;
3. Modelo atômico X Sistema solar	Iniciativa dos estudantes na elaboração do seminário.	Movimentos da Ciência.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2019.

O quadro mostra que a compreensão da matemática como conhecimento legítimo na construção dos conceitos científicos, bem como seu manejo ao longo das aulas analisadas, são parâmetros que evoluem a partir do seu uso pela professora, sob protesto dos estudantes (Aula 1), passando pelo uso por outros estudantes, como argumentação no momento da interação pedagógica (Aula 2). Essa sequência evolutiva culmina com a matemática sendo utilizada por um terceiro grupo de estudantes, mediante planejamento próprio (Aula 3), indicando uma maturação quanto à necessidade da matemática para o entendimento dos fenômenos estudados. O Tema de enunciação *conflito entre modelos explicativos* também evidencia uma evolução do perfil conceitual dos estudantes, pois inicialmente gira em torno da adequação do uso do modelo à realidade percebida e da dialética entre o modelo intuitivo e o modelo científico, aspectos ligados à empiria das situações vividas. A dialogia da aula evolui instaurando o conflito entre sistemas conceituais diferentes, ao cotejar conhecimentos geográficos e astronômicos, ainda na aula Gravidade. Já na aula Marés, evidenciam-se conflitos conceituais entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico. E a evolução do perfil conceitual culmina de forma que, na última aula analisada (Sistema solar X Modelo atômico), os estudantes exercitam um modo de pensar/falar que os insere na compreensão sobre movimentos da Ciência, tais como uso de analogias⁹ entre sistemas diferentes.

5 Palavras finais e algumas conclusões

Ao concluir esta escrita, elencamos duas classes de dificuldades encontradas: dificuldades metodológicas decorrentes do processo da pesquisa-ação e aquelas relativas à operacionalização das aulas, que chamamos dificuldades operativas. Entre as primeiras, está o

⁹ Analogias na Ciência e no Ensino de Ciências são objetos de outro artigo oriundo da pesquisa aqui discutida.

grande esforço que a pesquisadora fez para desmembrar os registros das falas transcritas, como se, ao desmembrar, perdesse algo intangível, mas essencial. Essa dificuldade é inerente ao processo, porque se trata de um apego quase sentimental ao 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). Então, de certa forma, a pesquisa requereu desvencilhar-se e distanciar-se daquelas palavras assumidas como próprias pela pesquisadora, já que as transcreveu dificultosamente a partir das filmagens, das quais é partícipe, com seus estudantes. Há, também, outra face desse aspecto afetivo envolvido: são as palavras dos estudantes que se dispuseram, também não sem dificuldades, a dialogar, em processos lentos, mediados e dialéticos de superação e aprendizagem. E, finalmente, entre elas, está a própria voz da professora-pesquisadora, sua forma de ser docente, da qual também precisou distanciar-se para poder analisar.

Entre as dificuldades operativas, está a resistência (pelo menos inicial da maioria dos estudantes) em participar das vivências de aprender de modo dialógico. Pensamos que essas dificuldades podem ter raízes nas delimitações dos tempos e espaços escolares, uma vez que nossa experiência nesta pesquisa-ação demonstrou que o tempo da aula recorrentemente mostra-se insuficiente para permitir a plena participação discente. Muitas atividades de ensinar e aprender se iniciaram ou consolidaram-se fora do horário estipulado para as aulas, estendendo-se por outros espaços-tempos escolares. 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 aponta Silva (2015).

Em que pesem essas limitações, entre outras, havidas no decorrer da pesquisa, pensamos que o movimento de pesquisa-ação que propusemos foi capaz de instaurar e manter relações dialógicas e dialéticas entre o ensino proposto e a aprendizagem dos estudantes, materializada na formulação dos Temas de enunciação, aqui denominados: Matematização do conteúdo e Conflito entre modelos explicativos. Nos resultados e discussões, esses dois temas de enunciação foram explicitados e discutidos, confirmando nossa hipótese de pesquisa de que a escuta atenta às manifestações dos estudantes imersos em processos ativos e interativos de aprender legitima-as como mediações operativas no processo pedagógico, produzindo aprendizagens demonstradas analiticamente. Como resultado, emergiram indícios de saberes discentes, em resposta às 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, evidenciadas como generalizações, sistematizações e elaborações conceituais, com a mediação pelos pares pela professora-pesquisadora.

Para finalizar, destacamos que essas relações dialógicas, quase nunca livres de conflitos e controvérsias no seu curso, consubstanciaram-se em interações produtoras de bem-estar, bem conviver e aprender na escola. Pôs-se em marcha um movimento que diz e mostra que é possível aprender Ciência na aula e de forma mais abrangente, que é possível expressar-se e ser ouvido na escola. Os estudantes, assim, tomam consciência de suas enunciações e qualificam-nas no diálogo com a linguagem científica e a linguagem contextual que interpreta os fenômenos. Conclui-se que a pesquisa centrada na relação entre os movimentos de ensinar e aprender, focando as interações entre pessoas que ensinam e aprendem redirecionou as ações docentes e discentes, demonstrando que esse processo é potencialmente transformador para a educação científica na escola.

