



INTERAÇÕES DISCURSIVAS MEDIADAS NA AULA DE CIÊNCIAS

DISCURSIVE INTERACTIONS MEDIATED IN THE CLASSROOM

INTERACCIONES DISCURSIVAS MEDIADAS EN EL SALÓN DE CLASES

Núbia Rosa Baquini da Silva Martinelli* , Luiz Fernando Mackedanz** , Jaqueline Ritter***

Cómo citar este artículo: Baquini da Silva Martinelli, N.R., Mackedanz, L.F. y Ritter, J. (2020). Interacciones discursivas mediadas en el salón de clases. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(1), 28-45. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.14167>

Resumo

Neste trabalho, buscamos estudar interações pedagógicas dialógicas e discursivas, que resultam em formação conceitual, durante aulas de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental, no sul do Brasil. O objetivo é 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 nossas práxis a questão: por quais “meios” 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? Trata-se de pesquisa-ação, cujo corpo empírico forma-se por filmagens das aulas transcritas e analisadas, segundo a teoria bakhtiniana das “interações discursivas”, na qual a linguagem é fundamentalmente analisada como categoria fundante dos movimentos de ensinar e aprender. Trabalhamos em escolas públicas municipais, partindo da premissa de que o trabalho pedagógico que fomenta a expressão dos estudantes é capaz de gerar movimentos de ensinar e aprender dialógicos, nos quais as interações verbais proporcionam formulações conceituais dos estudantes a partir das mediações docentes. Assim, os temas das enunciações constituem-se em formulações teórico-práticas capazes de gerar interpretações acerca das lógicas de produção científica, por meio dos conceitos científicos e suas manifestações

Recibido: 28 de noviembre de 2018; aprobado: 15 de abril de 2019

- * Doutora em Educação em Ciências, pela Universidade Federal do Rio Grande, Brasil. Professora da educação básica, Técnica em Educação no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil. Correio eletrônico: nubia.bachini@riogrande.ifrs.edu.br
- ** Doutor em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande, no Instituto de Matemática, Estatística e Física. Correio eletrônico: luismackedanz@furg.br
- *** Doutora em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Professora Adjunta da Universidade Federal do Rio Grande, na Escola de Química e Alimentos. Correio eletrônico: jaqueline.ritter@furg.br

linguísticas sobre o funcionamento das Ciências Naturais, sobre sua natureza e sobre as suas inter-relações com a sociedade.

Palavras-chave: linguagem, ensino de ciências, diálogo, método discursivo.

Abstract

In this research, we study the dialogic and discursive pedagogical interactions encouraging conceptual construction in 9th grade science classes at a school in southern Brazil. The main objective is to demonstrate how to develop the curricular component of natural science classes by moving past instructional teaching and instead facilitating contextualized teaching, which considers students' motivations in relation to teaching through mediation. We base this practice on the following question: through what strategies can students' activities in class be constituted in mediations that develop processes of teaching and learning in a dialogic and dialectical way? Data collection in this action research was done through video recordings, transcriptions, and analyses of classes according to the Bakhtinian theory of discursive interactions, according to which language is a founding category of teaching and learning movements. We worked in municipal public schools under the hypothesis that pedagogical work to stimulate students' expressions impacts the dialogical movements of teaching and learning, where verbal interactions allow their conceptual formulations through teaching as mediation. Thus, the themes about enunciation become theoretical-practical approaches capable of generating interpretations about the logic of science production, throughout scientific concepts and their linguistic manifestations about the functioning of science, its nature, and its interrelationships with society.

Keywords: Language, Science education, Dialogue, Discursive method.

Resumen

En esta investigación, estudiamos las interacciones pedagógicas dialógicas y discursivas que fomentan la construcción conceptual en las clases de ciencias de grado noveno, en un colegio del sur de Brasil. El principal objetivo es demostrar un modo de desarrollar el componente curricular de Ciencias Naturales, superando la enseñanza instructiva y favoreciendo la enseñanza contextualizada, que considera las motivaciones de los alumnos en la relación con las mediaciones docentes como posibilidades de aprender y enseñar. Fundamentamos esta práctica en la pregunta: ¿Por cuáles "medios" las manifestaciones de los estudiantes en la clase, pueden constituirse en mediaciones que desarrollan procesos de enseñar y aprender de manera dialógica y dialéctica? Esta fue una investigación-acción, cuya toma de datos se realizó por medio de filmaciones de clases transcritas y analizadas según la teoría bakhtiniana de las "interacciones discursivas", según la cual, el lenguaje es fundamentalmente analizado como categoría fundadora de los movimientos de enseñar y aprender. Trabajamos

en escuelas públicas municipales bajo la hipótesis de que el trabajo pedagógico que alimenta la expresión de los estudiantes es capaz de producir movimientos de enseñar y aprender dialógicos, donde las interacciones verbales permiten sus formulaciones conceptuales a través de las mediaciones docentes. Así, los temas de las enunciaciones se constituyen en planteamientos teórico-prácticos capaces de generar interpretaciones acerca de las lógicas de producción de las ciencias, por medio de los conceptos científicos y sus manifestaciones lingüísticas sobre el funcionamiento de la ciencia, sobre su naturaleza y sobre sus interrelaciones con la sociedad.

Palabras clave: lenguaje, enseñanza de las ciencias, diálogo, método discursivo.

Introdução

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 formas estáticas, em favor de formas móveis, que captem as oportunidades de ensinar e aprender que se desenham no momento da interação pedagógica, que é fundamentalmente discursiva. Isso não descaracteriza a intencionalidade e o planejamento docente, tendo em conta os saberes historicamente acumulados pelas sociedades. Entretanto, não se pode mais esperar os feedbacks das aprendizagens, obedecendo á 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 onde 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 os movimentos de aprender.

A partir dessas ideias promovemos e pesquisamos práticas curriculares dialéticas e dialógicas formadas de movimentos de ensinar e aprender integrados e articulados, nos quais as manifestações discentes em processos mediados dão pistas que orientam a professora-pesquisadora, quanto ao replanejamento necessário no curso da aula e no programa de ensino. 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. 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 através de signos e instrumentos, sendo signo, palavra com significado. 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, BORTOLOTTI, FIAD (2017) apontam uma “artificialidade conversacional que habita certa tradição na cultura escolar” (p.16), que instaura a necessidade de refinar o olhar para as relações pedagógicas para 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” (BORTOLOTTI; FIAD, 2017, p. 18).

Partindo dessas ideias, investigamos por quais “meios” 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. Portanto, perseguimos – via linguagem – os meios mediacionais que influenciam tanto as aprendizagens dos estudantes tornando-os mais capazes, quanto orientam o replanejamento da professora a qual interpreta sua práxis. 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 através da mediação inserida. Assim, a zona de desenvolvimento potencial se caracteriza por possibilidades de aprendizagens que se realizam com o auxílio de um parceiro mais capaz, através da linguagem, que interage simbioticamente com o pensamento.

Apresentamos resultados de pesquisa-ação sobre construções conceituais discentes com potencial de transformarem-se em conhecimentos e saberes (re)formulados no momento da aula, em interações dialógicas mediadas nas quais as falas da professora e dos estudantes são consideradas mediações dos processos de ensinar e aprender, assim como outros instrumentos inseridos, como mediação semiótica (VYGOTSKY, 2001).

1. Desenho metodológico

Nesta pesquisa-ação (CARR, KEMMIS, 1988), é nossa intenção apontar construções conceituais discentes, a partir da sala de aula, como mundo vivido e lido pelos estudantes e pela professora, através das interações pedagógicas mediadas (VYGOTSKY, 2001) que fomentam movimentos de ensinar e aprender dialógicos (FREIRE, 1996), analisados através da teoria das interações discursivas de BAKHTIN (2006).

Apresentamos análise de três aulas de Ciências do 9º ano, das quais constituímos como categorias analíticas, consoante a teoria bakhtiniana, enunciações, apresentadas como Temas de Enunciações. Selecionamos aqueles enunciados que dão pistas sobre a construção de conhecimentos sobre a natureza do próprio conhecimento e da Ciência. O corpo empírico é formado por aulas filmadas e transcritas, das quais trazemos análise referente ao tema Natureza da Ciência, pontuando alguns dos seus aspectos mais pertinentes: os Movimentos da Ciência, a Visão popular sobre a Ciência e Nomenclatura científica. As aulas foram desencadeadas a partir do filme “A história do Mundo em 2 Horas”¹ assistido anteriormente pelos estudantes em aula. Para organizar a escrita estabelecemos o código: A numerado para falas dos estudantes, seguido das letras G (aula Gravidade), M (aula Marés), S (aula Sistema Solar X Modelo Atômico) e P para falas da professora. Utilizamos AA para diversas vozes, ou quando é impossível determinar o falante.

Explicamos a seguir a constituição dos temas das enunciações. Partindo da aula, tornada viva no processo analítico, segue-se a sequência: leitura prévia das transcrições das aulas, atentando para a ocorrência de palavras e/ou expressões que indicassem possibilidades de constituição conceitual, as quais chamamos prototemas. Após analisou-se as possibilidades de, em torno destes constituírem-se as enunciações. Demarca-se assim os passos da análise: identificação do enunciado; leitura acurada; descrição do contexto extraverbal, que ocorre ao longo do processo; e análise do enunciado² propriamente dita. Os elementos linguísticos das enunciações segundo Bakhtin são: relação com os outros participantes, conclusibilidade e, principalmente alternância entre falantes.

Na teoria das interações discursivas (BAKHTIN, 1997, 1998, 2006), o gênero discursivo constitui-se como unidade de análise, tendo três aspectos principais: o conteúdo temático (tema); o estilo verbal (seleção dos recursos linguísticos); 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 reúne tipos relativamente estáveis de enunciados, que dependem do espaço-tempo onde ocorrem, como a sala de aula, da qual intencionamos, através da análise, fazer aparecer as vozes sociais que se fazem presentes. Entretanto, como alerta FARACO (2016), estes gêneros são fluidos e hibridizam-se, pois estão subordinados às condições concretas de ocorrência, como destacaremos na análise. Quanto ao texto produzido, de acordo com Bakhtin “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,

1 A História do Mundo em 2 Horas. History of The World In Two Hours (original). COHEN, D. 120 minutos, documentário, History Channel: 2001. Reino Unido. Formato digital. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tnVUJjhc4Ic>. Acesso: 30/05/2017.

2 Há uma linha tênue entre os significados de enunciado e enunciação na teoria bakhtiniana, porém enunciado liga-se mais ao fato; e enunciação ao ato de enunciar.

aspas no original), que são próprios da concretude das interações e funcionam como “auxiliares marginais das significações linguísticas” (BAKHTIN, 2006 p. 138).

Significação em Bakhtin não tem o mesmo significado que em Vygotsky, sendo que para o primeiro: “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. [] O significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa” (VYGOTSKY, 2001 p. 123).

GOULART (2009), baseando-se em Bakhtin, explica que aspectos argumentativos das enunciações no processo pedagógico explicitam o movimento discursivo de construção do conhecimento, de modo que o dialogismo³ é a via de concretização da aprendizagem na linguagem. Escolhemos a aula como espaço-tempo de estudo, sabendo que a palavra expressa torna-se um “signo que refrata e reflete a realidade em transformação” (GIROLA, 2004 p. 322), da qual os falantes tomam parte. Enunciação é a objetivação externa do conteúdo (interno) a ser expresso sendo 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 através da palavra, que é 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, com a realidade que a produz, 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, 1997 p. 314), assim, as interações discursivas são de natureza eminentemente social.

O primeiro tema analisado provém das discussões sobre diferentes tipos de conhecimentos e sobre a natureza da Ciência, que não estavam previstas no planejamento docente, entretanto constituem-se nas interações. De acordo com a proposta pedagógica da pesquisa-ação emancipatória (CARR, KEMMIS, 1988), que investiga movimentos de ensinar e aprender dialógicos, 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.

2. Discussão de resultados

É nossa intenção apontar evoluções nas elaborações conceituais discentes, oriundas das vivências dialógicas orientadas para a natureza do próprio conhecimento e da Ciência. Apresentamos tabela que relaciona os objetivos das aulas, os conceitos desenvolvidos, através dos temas das enunciações selecionados, 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).

a. Tema de Enunciação: Movimentos da Ciência

Em se tratando da natureza do conhecimento ARROYO (2017) avalia que “os docentes e os alunos têm 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 a compreender fatos

3 Cumpre pontuar 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.

Tabela 1. Dados objetivos das aulas.

Aulas	Objetivos	Conceitos desenvolvidos	Temas das Enunciações
1. Formação da Lua (Gravidade)	Discutir os eventos que originaram as condições de formação da Lua;	Litosfera; Campo; Substância; Elemento; Diâmetro; Massa; Gravidade: consequência da matéria; Limites astronômicos: Terra, atmosfera, céu, espaço.	Movimentos da Ciência: Caráter não absoluto das teorias e Visão popular sobre a Ciência
	Discutir as consequências de tal evento;		
	Introduzir a noção de campo gravitacional;		
	Demonstrar evidências cotidianas da ação da gravidade.		
2. Marés Maré lunar X Maré meteorológica (o caso de Rio Grande)	Responder questão formulada na aula anterior sobre a influência da Lua na Terra;	Gravidade; Estados de agregação; Fluidos; Deformação; Partes do planeta; Nomenclatura científica; Ângulos; Plataforma continental, Relevo, Pontos cardeais, Polos terrestres; Volume; Pressão atmosférica; Mudanças de fase; Grandeza vetorial – noções sobre vetores.	Questões éticas em Ciência; e Nomenclatura científica;
	Compreender as marés como deformações na crosta terrestre;		
	Discutir aspectos climáticos locais, referentes às marés: regime de ventos, relevo;		
	Compreender porque em Rio Grande as marés são predominantemente meteorológicas.		
3. Sistema Solar X Modelos Atômicos: questão de escala	Comparar o modelo atômico de Rutherford-Bohr com o Sistema Solar;	Microcosmo e macrocosmo; Escalas; Analogia; Notação científica; Gravidade: força atrativa; Órbitas dos planetas e dos elétrons; Modelo de Rutherford; Cargas elétricas; Estados físicos; Atração e repulsão elétrica; Quantização; Matéria, Energia.	Questões éticas em Ciência; e Nomenclatura científica;
	Revisar conceitos sobre o sistema solar, como órbitas, tipos de corpos celestes, etc.		
	Testar os limites da analogia;		
	Compreender o papel de Bohr no modelo de Rutherford.		

Fonte: autoria própria.

científicos e a melhor entender teorias e conceitos. A seguir mostramos diálogo sobre a relação entre conhecimento e informação, aspecto importante no processo de aprender sobre Ciência:

“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 (sic) de cabeça, sora (sic)?

P: Não! Todos os dados que estão tabelados a gente não precisa decorar; a gente só tem que saber onde encontrar... E 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! (Escreve no quadro).

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?

A: 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?

A: É a metade, sora(sic): 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... Acabaram por extinguir os dinos (sic)."

MORIN (2011) e HARGREAVES (2004) discutem a importância de diferenciar informação de conhecimento na perspectiva da educação emancipadora, através 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 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?"⁴ (ELIOT, 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-pesquisadora 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: responder a questão⁵ de por que um segundo meteoro bateu na Terra e, em vez de formar-se daí outra lua, apenas desencadeou fenômenos que culminaram na extinção dos dinossauros. A partir daí a professora conduz 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, 1997 p. 320). Esse entrelaçamento de temas justifica, a

nosso ver, as dificuldades encontradas em desmembrar as transcrições, para obter os enunciados. Além disso, o processo de transcrição, sendo tão intenso (três aulas demandaram quase dois meses), 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). Entretanto, a análise isenta requer distanciamento e capacidade de desapegar-se do material produzido.

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 (sic), como assim duas teorias sobre a mesma coisa?

A2G: ... Nada é impossível, os cientistas não têm certeza. A sora (sic) 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... Nem sempre se torna possível, é um movimento..."

Na 3ª aula da sequência: Sistema Solar X Modelos Atômicos aparece 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, TERRAZAN (2005).

"AS1: Mas sora (sic), tem uma coisa... Se tu pensar (sic) que... Tem planetas, astros que tem tanto satélite girando com ele... Tem as poeiras... Cósmicas... É

⁴ "... Where is the wisdom that we have lost in knowledge? Where is the knowledge we have lost in information?"

⁵ 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...

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... 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.

AA: Gravidade sora (sic)... 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 excerto, pode-se perceber o movimento que parte da palavra de autoridade da professora 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, contraditório e plural.

Do ponto de vista da epistemologia do conhecimento científico do mundo, diz-nos (BACHELARD, 1996) que este não se dá de forma direta por isso a importância dos modelos científicos, que devem funcionar como mediações para construir compreensões sobre 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 sócio interacionista 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 sua apresentação do seminário, através da analogia entre o modelo do sistema solar e o modelo atômico de Rutherford, pois encontraram nesta forma o material de consulta que utilizaram, como expresso na fala reproduzida abaixo:

"AS1: Sora sora (sic)... Olha só o que a gente achou! A gente tá (sic) pesquisando a nossa parte que ainda falta apresentar, do Sistema Solar... E olha aqui o que a gente achou! Esse site aqui ó (sic), ele relaciona... Tipo (sic) ele é histórico, história da Física... E ele diz isso aqui ó (sic)..."

AA: Ele diz que o sistema solar, que já conheciam há muito tempo... Desde desse Jordano (sic), que o Sistema Solar, a ideia dele, foi usada pelos cientistas que... Tipo (sic) que queriam explicar a ideia deles do átomo, o modelo que eles achavam certo... E eles usaram o Sistema Solar... A ideia do Sistema Solar pra explicar..."

Observamos que, uma vez estabelecidas as relações dialógicas e fomentado o interesse dos estudantes, o que vem ocorrendo desde o início do ano letivo, a comunicação entre estudantes e professora flui de modo atípico, estendendo-se para além do espaço-tempo da aula, iniciando-se antes e repetidas vezes estendendo-se além dela. O desenvolvimento da aula encaminhou-se estabelecendo os limites da analogia. FERRY, NAGEM (2009) enfatizam a necessidade tanto de tratar dos aspectos coincidentes da analogia; como dos aspectos controversos, o que pode ser chamado de contra analogia:

“consideramos que é também necessário explicitar as características que não são compartilhadas” (FERRY, 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 nesta aula Modelo Atômico X Sistema Solar, conforme excerto abaixo:

P: Então, agora vamos ponto a ponto, avaliando... Qual é... A parte principal da analogia?

AS3: É o sol é o átomo... E...

AS1: 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?

AS2: Círculos. Circulares.

AS1: Ah não, são... O planeta vai lá longe... Não anda em círculo certinho. Anda assim né sora (sic)?... 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?”

Para DUIT (1991) para aprender Ciências, os estudantes devem entender modelos científicos relativos aos conteúdos, tornando-se capazes de avaliar sua abrangência e limitações. E para HODSON (2003) discussões sobre modelos, constituem-se oportunidades para os professores acompanharem a expressão dos estudantes, de suas próprias ideias sobre os fenômenos em estudo, o que fazemos nesta pesquisa-ação. Segue-se a sequência do excerto acima:

“AS2: 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?

AA: São.

P: Tem certeza?

AS8: Não né sora (sic)! 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...

AS1: Mas sora, sora (sic) 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 cem 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 excerto acima. 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 (sic) 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 (sic) tudo errado... Soooora (sic), por que tu deixou a gente fazer então?6

P: Calma aí! (...) Vocês consultaram um site confiável7, me consultaram, trouxeram uma analogia, que está proporcionando a gente aprender um montão de coisas importantes, inclusive sobre a validade dos

6 O estudante se refere ao uso da analogia entre o Sistema Solar e o Modelo de Rutherford, para apresentar seu trabalho.

7 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.

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 expresso acima. Exploramos, na interação, todas as possibilidades da analogia, 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 pp. 69 e 70)

Este 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” (VYGOTSKY, 2001 p. 96).

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 despregar de sua intuição primeira. Mesmo quando quer apagar a imagem, a função da imagem persiste” (BACHELARD, 1996 p, 93), correndo o risco, segundo o autor, da extensão abusiva das imagens usuais. Assim, para ele as primeiras imagens, oriundas do conhecimento empírico, encaixando-se nas expectativas do sujeito: 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 tabela abaixo.

Segundo VYGOTSKY (2001), explicando os processos de formação dos conceitos diz que “um nome

Tabela 2. 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
	Mantém-se nas órbitas	Podem “saltar”
Tamanhos	Diversos	Igual
Sub órbitas	Satélites	Não
Forças	Atrativa	Repulsivas e atrativas

Fonte: autoria própria.

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” (VYGOTSKY, 2001 p. 102).

Defendemos que essas vivências concretas via linguagem capacitam o estudante para ampliar suas compreensões, muito mais eficientemente do que através do ensino bancário, no qual, aliás, o tema natureza da ciência e do conhecimento dificilmente constitui-se como objeto de estudo, na educação básica. 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, 1998 p. 135)

Voltando ao risco apontado por BACHELARD (1996), pensamos que ele existirá, em maior ou menor grau, sempre que o estudante tenha contato com conhecimentos novos. No caso da aula Sistema Solar X Modelos Atômicos escolhemos questionar as primeiras impressões através da checagem, em forma de itens, de todos os aspectos presentes na analogia, seja destacando os aspectos coincidentes; seja apontando onde 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, de acordo com SILVA, 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?”

AS1: Ah sora (sic) 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...

AS2: Colapso. Não se acaba o átomo.

AS10: Senão a gente... Daria de ver se isso acontecesse...

P: Isso, ótimo! E então qual foi a correção mesmo que Bohr introduziu...?

AS1: Sora (sic) 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.

AS6: Órbita dele.

P: Então pegamos outra inadequação da analogia! Pensem comigo, quem são os correspondentes dos elétrons no sistema solar?

AS2: Planetas sora (sic). Ah já entendi!

P: ... E planetas ficam pulando da sua órbita normal, se ganham ou perdem energia?

AA: Nãããã sora (sic)! É mesmo né (sic)!...”

Nesse processo surgiram conceitos 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. 190).

A seguir constituem-se enunciações sobre aspectos da natureza da Ciência, que são as possíveis não concordâncias entre cientistas, denotando o caráter não absoluto das teorizações e as questões éticas. O primeiro aspecto surge naturalmente em função da interação entre cientistas, materializada nas relações entre os modelos atômicos e a sucessão entre os mesmos:

“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 (sic), 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 obtém, que obtemos... Na comunidade científica.

A11S: Então é parecido com aquilo que tu explicou (sic)... Na outra aula, que os cientistas, tem uns que pensam diferente, e não concordam assim em tudo? Mas e se os8 do teu grupo não concordarem com a tua pesquisa sora (sic)?”

Ao tratar do caráter não absoluto das teorizações (POPPER, 1993), atravessa-se no diálogo, e na análise, o caráter ideológico da palavra, através do questionamento que destacamos acima. Segundo CHALMERS (1993), “a meta da ciência é falsificar teorias e substituí-las por outras melhores, que demonstrem maior possibilidade de serem testadas” (p. 87), demonstrando o caráter histórico e provisório do conhecimento científico. 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 á mercê da avaliação pelos 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 do processo de 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 um sistema dinâmico de significados em que o afetivo e o intelectual se unem, mostra que todas as ideias contém, transmutada, uma atitude afetiva para com a porção de realidade a que cada uma delas se refere” (VYGOTSKY, 2001, p. 12).

b. Tema de enunciação: nomenclatura científica e visão popular sobre Ciência

A seguir aparece, de forma inusitada, no contexto da aula, o tema nomenclatura científica, que transpassa a discussão, que era originalmente sobre as características físicas das regiões polares, na aula 2, Marés:

“AM7: Sora sora (sic), 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... Sempre a 1ª palavra em maiúscula e a 2ª minúscula, o gênero e a espécie, lembram?9

AM2: Queeee sora (sic)? Que isso que tu tá (sic) dizendo?

AM3: Escreve aí sora (sic) o nome da erva do chimarrão que eu quero copiar.

AM9: Tem Cannabis né sora (sic)...

8 A estudante refere-se aos outros pesquisadores da linha de pesquisa da professora-pesquisadora.

9 Na retomada do curso das interações, a professora esclareceu que *lithos*, em grego significa pedra.

P: Tem, Cannabis sativa, também é nome científico. Mas essa é proibida e te deixa mal..."

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 opinião sobre o consumo de drogas, ao mesmo tempo 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:

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, 1998, 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, como ocorreu nessa aula, com gênero discursivo do cotidiano, inserindo-se na sala de aula.

Não obstante em situações em que é imperativo não perder a linha de pensamento, em favor da compreensão e da formação conceitual, o contexto do desenvolvimento científico e as relações internas da Ciência são retomadas em seguida, sendo oportunidades de novas aprendizagens contextuais, tratando-se os temas na própria aula; outras vezes servindo de mote para interações pedagógicas ulteriores.

O excerto a seguir demonstra a visão do senso comum, veiculada em meios de comunicação, sobre a Ciência e o cientista:

"A11S: Mas sora (sic), tu não é (sic) cientista...? Assim como os que... Que trabalham em laboratórios... Secretos... Que explodem...?"

Aqui aparecem dois aspectos da visão popular sobre a Ciência: como atividade espetacular, de cunho extraordinário, visão histórica, corroborada pela própria história da Física: 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.

Na segunda parte do excerto 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 (sic) fazendo... Mas tem grupos que pesquisam junto... Pra dar mais segurança ao pesquisador na pesquisa dele.

...A2S: Então sora (sic), 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 nos noticiários, 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 deste debate na aula, voltamos nossa atenção à influência de questões externas na Ciência, inclusive política e 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?”

AS3: Ah sora (sic), tenso sora (sic)! O camarada que fez os paranaúê (sic) todos,... As contas, calculou os sistemas... Com matemática... Mas ele não sabia que era pra aquilo...

AS13: 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.”

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).

Pensamos que a consideração do contexto constitui o próprio movimento de aprender, enriquecendo as possibilidades de construções conceituais, como demonstramos nas passagens da análise das aulas, sobretudo na 2ª aula desta sequência, a aula Marés. Nesses enunciados 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. 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) que ocorrem através da linguagem, na qual as palavras sempre são proferidas e devem ser compreendidas relativamente a um dado contexto, conforme BAKHTIN (1998):

Assim [] aquilo que constitui a descodificação da forma linguística 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)

3. Palavras finais

Partimos do fato de que o tema Natureza da Ciência não estava previsto nos planejamentos, conforme tabela 1, e analisamos a riqueza das construções conceituais, que emergiram das dúvidas e questionamentos expressos pelos estudantes, por sua vez, frutos do fomento ao diálogo e da aceitação das suas manifestações. Concluimos saudando a participação discente, como mediação legítima e necessária para o sucesso do processo pedagógico dialógico, feito dos movimentos de ensinar e aprender, como um resultado concreto das relações dialógicas promovidas em aula e dos encaminhamentos e ajustes no curso das aulas feitos pela professora.

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: plano

e ação. Contudo, muito do que se pretende ensinar está na dependência do interesse dos estudantes e das relações que envolvem a dialética entre ensinar e aprender. Se por um lado, é imperativo compreendermos esses dois movimentos como não automaticamente associados; por outro temos que compreendê-los em sintonia. Assim, pretendemos ter demonstrado como esse movimento de promover e acolher as manifestações dos estudantes pode e deve servir para atualizar os planejamentos da professora, no momento da aula e, em médio prazo, no programa de ensino.

As interações pedagógicas estabelecidas e fortalecidas por processos duplamente mediados propiciaram construções conceituais relativas à natureza da Ciência, não originalmente planejadas, conforme Tabela 1. A partir dos conteúdos/conceitos relativos à Gravidade e à relação entre o Modelo atômico de Rutherford e o Sistema Solar, evidenciou-se segundo análise bakhtiniana os temas de enunciação: Movimentos da Ciência, abrangendo o caráter não absoluto das teorias e questões éticas em Ciência; Nomenclatura científica e Visão popular sobre a Ciência, que respondem a questão de pesquisa: Por quais “meios” 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? As construções/significações conceituais nesses temas de enunciação constituíram-se em meios mediacionais evidenciados e potencializados nas interações discursivas professora-estudantes e estudantes-estudantes.

Assim, pensamos ter auxiliado os estudantes a elaborarem conhecimentos, através das interações dialógicas, trabalhando os sentidos e os significados, atribuídos por eles às palavras, sempre conceitos nas linguagens vigotskiana e bakhtiniana. Ao apresentar-se nova palavra, apresenta-se novos desafios potencializadores de novos interesses. Segundo FREIRE (1996) uma das formas de desenvolver a autonomia dos estudantes é acompanhar e mediar, pelo ensino, o processo de desenvolvimento da curiosidade epistemológica, a partir da curiosidade

ingênua, que ao tornar-se crítica e rigorosa, empreende o caminho do aprender.

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 podem servir para (re)direcionar o planejamento docente para que o mesmo possa atuar na zona de desenvolvimento potencial.

A relação dialógica estabelecida com o objetivo de que os estudantes elaborem conhecimentos consubstancia-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, dentre outras interações produtoras de bem estar, bem conviver e aprender na escola. Concluímos ainda que o movimento analítico aponta o redirecionamento das ações curriculares em curso, materializado nos temas das enunciações: Movimentos da Ciência, Nomenclatura científica e Visão popular sobre a Ciência, através dos quais logramos a formação conceitual. Esse movimento curricular espiralado faz-se de ação-reflexão-ação como pesquisa-ação em curso nas aulas investigadas pela professora-pesquisadora, guiando-se pelas manifestações dos estudantes em processos dialógicos, que desenvolvidos na ação, são potencialmente transformadores, tanto para produção de currículo de Ciências menos engessado e mais contextualizado, quanto para aprendizagem dos estudantes, orientados pela reflexão docente sobre o fazer pedagógico.

4. Referências bibliográficas

ARROYO, M. **Currículo, território em disputa**. 5a. ed. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2017.

- BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico, contribuição para psicanálise do conhecimento.** Traduzido por: ABREU, E. Contraponto. Rio de Janeiro: Brasil, 1996.
- BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal.** Traduzido por: BEZERRA, P. 4a. ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 1997.
- BAKHTIN, M. **Questões de literatura e estética: a teoria do romance.** Traduzido por: BERNARDINI, A. UNESP-Hucitec. São Paulo: Brasil, 1998.
- BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem Problemas fundamentais do Método Sociológico na Ciência da Linguagem.** Traduzido por LAHUD, M.; VIEIRA Y. 7ªed. Hucitec. São Paulo: Brasil, 2006.
- BORTOLOTO, N.; FIAD, R. O espaço público da escola – um mundo significado nas relações eu-outro. **Bakhtiniana**, São Paulo, v. 12, n. 3. pp. 5-21. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2176-457330649>.
- CARR, W.; KEMMIS, S. **Teoría Crítica de la Enseñanza.** Traducido por: BRAVO J. Martínez Rocca. Barcelona: España. 1988.
- CHALMERS, A. **O que é Ciência afinal?** Traduzido por: FILKER R. Brasiliense. São Paulo: Brasil, 1993.
- COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. In: VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente.** 4a. ed. Traduzido por: NETO, J. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 1991. pp. 07-15.
- DEMO, P. Educação e desenvolvimento: Algumas hipóteses de trabalho frente à questão tecnológica. **Revista Tempo Brasileiro**, Rio de Janeiro, n. 105, pp. 149-170. 1991.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, New Jersey, v. 75, pp. 649-672. 1991. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.3730750606>.
- ELIOT, T. The Rock. In: BROOKER, J. (ed.). **The Contemporary Reviews American Critical Archives.** Cambridge. pp. 297-316. 2004. DOI: 10.1017/CBO9780511485466.016.
- FARACO, C.A. **Linguagem & Diálogo: as ideias linguísticas do Círculo de Bakhtin.** 3a. reimpressão. Parábola Editorial. São Paulo: Brasil, 2016.
- FERRY, A.; NAGEM, R. 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. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 4, pp. 43-60. 2009.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia.** 11ed. Paz e Terra. São Paulo: Brasil, 1996.
- GIROLA, M. Signo e ideologia: a contribuição Bakhtiniana para a filosofia da linguagem. **Língua e Literatura**, São Paulo, v. 28, pp. 319-332. 2004.
- GOULART, C. Em busca de balizadores para a análise de interações discursivas em sala de aula com base em Bakhtin. **R. Educ. Públ.** Cuiabá, v. 18, n. 36, pp. 15-31. 2009.
- HARGREAVES, A. **O Ensino na Sociedade do Conhecimento: educação na era da insegurança.** Traduzido por: COSTA, R. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2004.
- HODSON, D. Time for action: science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, Reino Unido, v. 25, pp. 645-670. 2003. DOI: 10.1080/0950069032000076643.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** Traduzido por SILVA, C.; SAWAYA, J. 2a. ed. Cortez\Unesco. São Paulo: Brasil, 2011.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico.** 4a. ed. Scipione. São Paulo: Brasil, 2002.
- POPPER, K. **A Lógica da pesquisa científica.** 9a. ed. Traduzido por: HEGENBERG, L. Cultrix. São Paulo: Brasil, 1993.
- RITTER, J. **Recontextualização de Políticas Públicas em Práticas Educacionais.** Appris. Curitiba: Brasil, 2017.
- SILVA, L.L.; TERRAZAN, E. O uso de analogias no ensino de modelos atômicos. In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. pp. 1-5. Rio de Janeiro. *Anais XVI SNEF 2005*. Painel, Sociedade Brasileira de Física. http://www.cien-ciamao.usp.br/dados/snef/_ousodeanalogiasno-ensinod.trabalho.pdf. 2005.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Traduzido por: LIMA, F. 5a. ed. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2005.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**. Traduzido por: NETO, J. C. 4a. ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 1991.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e linguagem**. eBooks-Brasil.com. 2001. Disponível em: <http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/vigo.html>.

Acesso em: 21-03-2016.

WALKER, J. **O Grande Circo da Física**. Coleção Aprender Fazer Ciência. 2a. ed. Gradiva. Lisboa: Portugal, 2001.

YAGUELLO, M. Introdução. In: BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 12a. ed. Hucitec. São Paulo: Brasil. 2006. pp. 12-20.

