**Universidade de São Paulo
Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Biociências
Faculdade de Educação**

Lacuna e enunciação no ensino de Física: quando a Física é Mágica.

José Luís Nami Adum Ortega

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Rodrigues de Mattos

Defesa de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

São Paulo
2012

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Adum Ortega, José Luis Nami

Lacuna e enunciação no ensino de física: quando a física é mágica. – São Paulo, 2012.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Rodrigues de Mattos

Área de Concentração: Ensino de Física.

Unitermos: 1. Física (Estudo e ensino); 2. Ensino de Física; 3. Linguagem e Cognição; 4. Ensino e Aprendizagem; 5. Mágica.

USP/IF/SBI-032/2012

SUMÁRIO

<i>ESTRUTURA DOS CAPÍTULOS</i>	11
CAPÍTULO 1	15
1.1 <i>MEUS CAMINHOS COMO ALUNO-PROFESSOR</i>	15
1.2 <i>A RELAÇÃO DA CIÊNCIA COM A MÁGICA</i>	26
1.3 <i>GRUPO DE PESQUISA E OS REFERENCIAIS SOCIOINTERACIONISTAS</i>	28
1.4 <i>OS ESTUDOS SOBRE LINGUAGEM E O PROBLEMA DA COMUNICAÇÃO</i>	29
1.5 <i>A CONDIÇÃO LACUNAR</i>	34
CAPÍTULO 2	37
2.1 <i>O PROBLEMA DA LACUNA E DA MEDIAÇÃO NO MATERIALISMO DIALÉTICO</i>	40
2.2 <i>A LACUNA E PROBLEMA EPISTEMOLÓGICO DA APARÊNCIA IMEDIATA</i>	43
2.3 <i>A LACUNA E O PAPEL DA IMAGINAÇÃO COMO CRIAÇÃO DE REALIDADES NOS JOGOS HUMANOS</i>	46
2.4 <i>PERCEPÇÃO E COGNIÇÃO: A DIMENSÃO BIOLÓGICA DA LACUNA</i>	52
2.5 <i>ARTE MÁGICA: PRODUÇÃO INTENCIONAL DE LACUNAS</i>	63
2.6 <i>PSEUDOCONCEITOS: A LACUNA E AS FORMAS DE DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO</i>	77
2.7 <i>CONCEITOS CIENTÍFICOS: A LACUNA COMO INTERNALIZAÇÃO DE SISTEMAS DE PENSAMENTO</i>	80
CAPÍTULO 3	96
3.1 <i>O PORQUÊ DO ESTUDO DA LACUNA</i>	97
3.2 <i>A CONSTRUÇÃO DE UMA VISÃO SISTÊMICA DA LACUNA</i>	99
3.3 <i>O PROBLEMA DO COMPARTILHAMENTO DE SIGNIFICADOS E DA INTERSUBJETIVIDADE</i>	102
3.4 <i>APRENDIZAGEM COMO RESPONSABILIDADE E A CONSTRUÇÃO DE SENTIDOS COMUNS</i>	105
3.5 <i>A QUESTÃO DA APRENDIZAGEM COMO PROCESSO DE ENUNCIÇÃO</i>	108
3.6 <i>GÊNEROS, LACUNA E ENSINO DE FÍSICA</i>	112
3.7 <i>AS FACES DA ENUNCIÇÃO: ARTE MÁGICA E ENSINO DE CIÊNCIAS</i>	125
CAPÍTULO 4	128
4.1 <i>ASPECTOS METODOLÓGICOS DO USO DO GÊNERO</i>	128
4.2 <i>A DIMENSÃO RETÓRICA DA ANÁLISE DISCURSIVA</i>	131
4.3 <i>ENUNCIÇÃO E INTERVENÇÃO DISCURSIVA NA ANÁLISE QUALITATIVA</i>	132
4.4 <i>O REGISTRO DE SITUAÇÕES ENUNCIATIVAS</i>	135
CAPÍTULO 5	137
5.1 <i>ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ASTRONOMIA E O PROCESSO DE ENUNCIÇÃO</i>	138
5.2 <i>UMA PRIMEIRA ABORDAGEM SOBRE UM TIPO ESPECÍFICO DE LACUNA E A HIPERTROFIA DE UM GÊNERO</i>	151
5.3 <i>UMA TIPOLOGIA – EXEMPLOS DOS NÍVEIS HIERÁRQUICOS DO FENÔMENO LACUNAR</i>	156
CAPÍTULO 6	162
CONCLUSÃO - LACUNA – NECESSIDADE E LIBERDADE.....	162
GLOSSÁRIO	166
REFERÊNCIAS	167

Ao tio Pedro, que primeiro foi meu tio, depois foi meu irmão mais velho, depois foi meu herói, depois voltou a ser meu tio, depois foi meu amigo, meu irmão mais novo, novamente meu tio, sumiu por um tempo, chegou a ser um estranho, tornou-se meu filho, e, nas inúmeras metamorfoses da vida, resiste ainda.

Agradecimentos

A Cecília, minha mãe querida, pelo carinho, pela profunda sensibilidade e bravura, persistência e coragem, que me servem tanto de exemplo para a vida.

A meu pai, que sempre me fez sentir o fascínio e o mistério das coisas, guardo-o com carinho nas lembranças.

A minhas irmãs, Marysol e Lily Anne, e à minha sobrinha Andrea, pela fonte inesgotável da carinho e afeto que tornaram minha vida mais feliz desde que nos conhecemos.

A meus alunos, com quem pude redescobrir tantas formas de deslumbramento e de diálogo.

Ao amigo e orientador Dr. Cristiano Mattos, exemplo de liberdade de vida, inteligência e riqueza de referenciais, pelo amparo, compreensão, entusiasmo e, sobretudo, pelo prazer em dialogar sempre.

À Professora Maria Regina, que tantos exemplos nos deu sobre a riqueza do ensino de Física.

A Odir, grande professor de História e amigo, pelas memoráveis conversas que tivemos, pela banda, pela crítica lúcida à alienação.

A Henriette, que me ensinou a ver estrelas e ficou do meu lado nesta travessia.

A Cláudio, leal amigo e parceiro de mágica, com quem pude criar mágicos espetáculos e dialogar sobre a ilusão.

A Luciana, amiga de sempre, pelo carinho, torcida e apoio que me foram fundamentais.

A Alex, Bruno, Ricardo e Danilo, grandes amigos, companheiros de graduação e de estrada, pelo gosto por debates intermináveis e pelos exercícios peripatéticos, que tanto me elucidaram sobre a arte e a ciência de ser professor.

A Aralina e Paula, queridas amigas e grandes incentivadoras.

A Alexandre, pela fina ironia que sempre me ajuda a rir dos momentos difíceis.

Aos amigos do grupo de estudos mágicos Misdirection pelas sugestões.

Aos companheiros do Grupo Ecco: Luciani, Jackeline, André, Juliano, Betão, Breno, Esdras, Francisco, Felipe e Leonardo, pelas ricas, bem-humoradas e desafiadoras discussões.

À Banca, pela leitura e crítica, que tanto me fizeram crescer.

Resumo - Lacuna e enunciação no ensino de Física: quando a Física é Mágica.

Quando pensamos o ensino e aprendizagem de Física a partir de interações discursivas (BAKHTIN, 1995) e começamos a nos preocupar com a maneira pela qual os alunos se apropriam dos signos e linguagens da ciência, algumas perguntas precisam ser elaboradas: Que imagens de mundo, que representações da realidade o aluno começa a formar quando toma contato com as palavras da ciência? Elas estão de acordo com aquela que o professor pretende estruturar? O professor tem consciência da diferença que há entre sua visão e a dos alunos?

Sabemos que não são idênticas (MORTIMER, 2000), que há lacunas entre elas, e isso nos leva a outra série de perguntas: Quais lacunas de entendimento podem ser identificadas no processo dialógico entre professores e estudantes no ensino de Física? Que situações produzem essas lacunas? Como essas lacunas impossibilitam a construção de sentido? O professor percebe os tipos de lacuna que cria? O professor consegue eliminar ou criar lacunas necessárias para amparar o aluno no processo de construção negociada de conhecimento?

A criação negociada de significados faz parte de um recente programa de investigação cujos elementos ainda são pouco conhecidos: a interferência dialógica dos professores na construção de significados, os diferentes tipos de discurso e seu papel na aprendizagem, as transformações no valor que os estudantes atribuem ao conhecimento, nos processos de interação etc.

Dado que o conhecimento não é simplesmente o acesso às informações do mundo exterior, armazenadas na memória, e dado que pressupõe interações e negociações sucessivas de significados entre os sujeitos em relação, num dado contexto cultural, é na estruturação dessas negociações de significado que se situa a origem das lacunas. Nessas negociações, não basta que a informação seja recebida pelos sujeitos, mas é preciso negociar sua hierarquia, seus critérios de classificação, sua relação com os objetos do mundo e seus conteúdos de valor (RODRIGUES; MATTOS, 2007).

Assim, propomos pensar o ensino-aprendizagem de Física na dinâmica de produção e apropriação de um gênero que articula diversas formas discursivas pelas quais os sujeitos transitam nas relações comunicativas. A tomada de consciência das formas discursivas, dados os contextos culturais em que se inserem, demarca momentos importantes da apropriação de gêneros que evidenciam o estabelecimento de domínios consensuais e a compreensão dos signos em jogo.

Em nossa abordagem linguística, procuramos estabelecer critérios de classificação para os níveis de interação discursiva, e caracterizar os estados de incompreensão e erro por meio de uma analogia com a ilusão na Arte Mágica. Com essa analogia, pretendemos explorar a intencionalidade do discurso educativo e os efeitos que produz nos seus interlocutores.

Finalmente, por meio da análise qualitativa de registros escritos, levantamos elementos que nos permitiram analisar e classificar o que chamamos de discurso lacunar no processo de ensino-aprendizado de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, linguagem e cognição, gêneros, enunciação, lacuna discursiva, dialogia, Mágica.

Abstract – Gap and enunciation in Physics teaching: when Physics is Magic.

When we think about teaching and learning Physics from discursive interactions (Bakhtin, 1995) and begin to concern ourselves with the way in which students take ownership of scientific signs and languages, some questions need to be posed: What are the images of world, representations of reality students create when they come into contact with the words of science? Do they agree with what the teacher wants to structure? Is the teacher aware of the difference between his vision and the students?

We know that they are not identical (MORTIMER, 2000), that there are gaps between them and this leads us to another series of questions: What gaps can be identified in the dialogue process between teachers and students in teaching Physics? What situations produce such gaps? How can these gaps impede the construction of meaning? Does the teacher realize the types of gap that are created by him? Can he manage the gaps to support students in the process of negotiated construction of knowledge?

The negotiated creation of shared meanings is part of a recent research program whose elements are still poorly known: the interference of teachers in the dialogic construction of meaning, the different types of discourses and the role they play in learning, the different values students attribute to scientific knowledge in the interaction processes and so on.

If we assume that knowledge is not simply access to information from the outside world, stored in memory, and if we assume knowledge requires successive interactions and meaning negotiations among individuals in a given cultural context, then we understand that the origin of the gaps lies in structuring of these negotiations. In these negotiations, the fact that individuals receive information is not a sufficient condition to understanding; we need to negotiate its hierarchy, its classification criteria, its relationship with other objects of the world and its contents of value (RODRIGUES; MATTOS, 2007).

Thus, we propose thinking about the teaching and learning of Physics in the dynamics in producing and appropriating oneself of a genre which combines several discursive forms, by means of which individuals establish communicative relations. The awareness of discursive forms, given the cultural contexts in which they operate, marks important moments of the appropriation of genres that demonstrate the establishment of areas of consensus and understanding signs at stake.

In our linguistic approach we seek to establish classification criteria for levels of discursive interaction, and to characterize the states of misunderstanding and error by creating an analogy with the illusion in the magic art. With this analogy we intend to explore the intentionality of the educational discourse and the effects it produces on the interlocutors.

Lastly, we will carry out a qualitative analysis of written records, and raise elements that enable us to analyze and classify what we call gaps in the process of teaching and learning Physics.

Keywords: Physics teaching, language and cognition, genre, enunciation, dialogy, discursive gap, Magic.

Introdução

“Andréa: Mas eu vejo que o sol de noite não estava onde estava de manhã. Quer dizer que ele não pode estar parado! Nunca e jamais.

Galileu: Você vê! O que é que você vê? Você não vê nada! Você arregala o olho, e arregalar o olho não é ver.”

(Galileu conversando com seu aprendiz, in BRECHT, 1976, p.17)

“Galileu: Vossa Alteza não quer ver *‘as impossíveis e desnecessárias estrelas’* através desse telescópio?

Matemático: Não seria o caso de dizer que é duvidoso um telescópio no qual se vê o que não poderia existir?

Galileu: O que o senhor quer dizer?

Matemático: Seria tão mais proveitoso, Senhor Galileu, se o senhor nos desse as suas razões, as razões por que supõe que na esfera mais alta do céu imutável as estrelas possam mover-se e flutuar livremente

Galileu: As razões? Mas os olhos e minhas anotações mostram o fenômeno! Meu senhor, a disputa está perdendo o sentido.

Matemático: Se houvesse certeza de que o senhor não se irritaria mais ainda, seria possível dizer que o que está no seu tubo e o que está no céu são coisas diferentes?” (Galileu conversando com seu opositor, in BRECHT, 1976, p.58).

Esses fragmentos da peça “A vida de Galileu”, de Bertold Brecht, revelam episódios da luta de Galileu contra as formas de incompreensão humana. Brecht escolhe apresentar a luta desse pensador porque via no teatro um papel educativo, por meio do qual as pessoas pudessem divertir-se e apropriar-se da ciência para desvendar o mundo. Com esse intuito, trouxe para o teatro a biografia de Galileu, retratado não como um sábio hermético, mas como uma personagem acessível, em pleno processo de descoberta.

Para que o público mergulhasse no pensamento de Galileu, Brecht explorou inúmeras situações de aprendizagem nas quais Galileu tenta mostrar e negociar uma nova concepção de céu. Por exemplo, na relação com seu aprendiz Andréa, um Galileu dialético alerta-o de que ele tenha cuidado com aparência das coisas e pede que ele se esforce em criar outras representações possíveis para um fenômeno que observa. Quando estão discutindo o movimento do Sol, há uma cena em que Galileu põe Andréa numa cadeira móvel para girá-lo em relação a uma vela parada que simulava o Sol, depois, caminha com a vela ao redor dele, fazendo Andréa exclamar que os dois movimentos pareciam iguais de seu ponto de vista. Quando Andréa compreende a relatividade dos movimentos proposta pelo mestre, este pede que ele use o telescópio e olhe para cima. Num momento de clímax

teatral, Andréa exclama: “Oh!”, admirado com o novo universo que começava a ver. Galileu sempre o alertava de que “olhar não é ver”, a aparência imediata das coisas oculta milhares de relações que não percebemos, e, na interação com seu aprendiz, o estimulava criar novos mundos possíveis.

Em outro momento da peça, vemos um Galileu desesperado por não poder compartilhar com intelectuais da época as imagens que conseguia ver pela luneta. Eles não compreendiam o que viam e acusavam o “tubo” de ser um instrumento mágico e deformador da realidade celeste. Reconheciam o sucesso da luneta para observação de objetos terrestres sem dúvida, mas a consideravam incapaz de produzir uma imagem confiável e reconhecível do céu. As imagens da luneta nada podiam revelar-lhes, pois não viam o mesmo céu que Galileu.

Galileu circula, durante a peça, por inúmeros céus: o céu do cotidiano, o céu dos filósofos aristotélicos, o céu de sua nova ciência, levando-nos a perguntar: quantos céus existem ou qual é o verdadeiro? A resposta a essa pergunta não é simples, dependerá do valor que atribuímos a cada forma de conhecimento humano. Para Brecht, que nos convida a tomar uma postura crítica e reflexiva sobre dimensão política de nossas representações do mundo, todo conhecimento que superasse a aparência imediata das coisas, necessária para justificar relações de dominação, é o verdadeiro. Ele acreditava que uma arte capaz de produzir e compartilhar uma imagem “justa” e “maneável” do mundo permitiria ao homem intervir e transformar o desenvolvimento da sociedade (BRECHT, 1967).

Em nossa perspectiva, todas essas representações são possíveis e verdadeiras se reconhecermos no contexto de seu surgimento, a perspectiva do outro. Jakobson conta que nos primeiros anos da revolução russa de 1917, alguns fanáticos reivindicavam uma revisão geral da linguagem vigente até então. Declaravam a urgência em eliminar expressões enganosas como “nascer” e “pôr” do Sol, pois julgavam que elas estavam comprometidas com o geocentrismo ptolomaico, obscurecendo a terminologia que expressasse diretamente as conquistas da revolução de Nicolau Copérnico (JAKOBSON, 1975, p.66). No entanto, ironiza Jakobson, todos continuavam empregando a representação ptolomaica nas falas cotidianas, ainda que fossem adeptos da nova e verdadeira doutrina. Para Jakobson, os fanáticos não percebiam que, se numa conversa cotidiana é possível transitar entre representações diferentes do céu e jogar com elas, é porque cada céu é um signo que pode ser recodificado, porque tem algo comum, embora seja um céu diferente. Aqueles que

posavam como arautos da dialética mostravam-se completamente ignorantes quando se tratava de manifestar a compreensão da dialética do signo. Tornavam-se incapazes de se beneficiar do potencial significativo das metáforas, da diversidade de representações dos conceitos e do exercício de liberdade que o processo de recodificação possibilita.

A negociação em torno dos significados e representações do mundo exemplificam aspectos centrais da elaboração desta pesquisa na medida em que levanta questionamentos sobre a forma como compartilhamos significados a respeito o mundo e formamos nossa concepção de realidade. O que significa ir além das aparências? Como é possível ver e conhecer? Como representamos internamente as relações que estabelecemos com o mundo e com os outros? Como nos constituímos sujeitos conscientes de nossas ideias e representações? Qual o papel da educação científica nesse processo? Segundo Morin (2000), o problema da compreensão é crucial para a humanidade no mundo de hoje e a educação do futuro deve dedicar-se à identificação dos erros, ilusões e incompreensões humanas.

Essas foram questões que me tocaram profundamente durante minha formação como educador e sobre as quais quero agora refletir, reunindo as vozes, fragmentos de pensamento, emoções, intuições e vivências que modificaram minha forma de ver e ser, trazendo-me até este momento, em que tento dar um corpo acabado às reflexões sobre minha trajetória pelo universo da pesquisa em ensino de ciências.

Com este trabalho busco formular questionamentos sobre o problema do ensino-aprendizagem de Ciências relacionando-o ao problema mais geral da comunicação humana: como as pessoas se tornam conscientes do significado das palavras e conceitos científicos? Como tais conceitos se relacionam às concepções prévias dos professores e estudantes? Como e em que contextos aprendem a usá-los de maneira autônoma? Como compartilham representações, significados e mediações? Como surgem lacunas na comunicação que entravam o diálogo e dificultam a relação de ensino-aprendizagem?

As questões acima conduzem-me a outras mais profundas sobre as conexões vitais que dotam de sentido a atividade que desenvolvo: por que aprender e por que ensinar Física?

A resposta que pretendo desenvolver, parodiando Bruner, é que ensinar Física é negociar um mundo de admiração e possibilidades:

“A marcação de atitude no discurso de outros nos dá uma pista de como usamos nossas mentes. Eu me lembro de uma professora cujo nome era Miss Orcutt, que fez uma afirmação em classe, ‘uma coisa muito intrigante não é o fato de que a água se transforme em gelo a 32 graus Fahrenheit, mas que ela mude de um líquido para um sólido’, Ela então, prosseguiu, nos dando uma explicação intuitiva sobre movimento browniano e sobre moléculas, expressando um senso de admiração, naquela idade em torno de 10, sobre tudo que eu tentava entender, incluindo assuntos difíceis de se compreender como: a luz das estrelas extintas ainda viajando em direção a nós embora suas fontes já tivessem se esgotado. De fato, ela estava me convidando a expandir meu mundo de admiração de modo a abranger o dela. Ela não estava apenas me informando. Ela estava, em vez disso, negociando o mundo de admiração e possibilidade. Moléculas, sólidos, líquidos, movimentos não eram fatos.” (BRUNER, 1998, p.132).

Estrutura dos capítulos

Para explicar o processo de aprendizagem de conceitos científicos e o fenômeno da lacuna faremos convergir diversos referenciais teóricos do ensino, da linguística, da Arte Mágica e da neurociência.

A Arte Mágica e a neurociência irão revelar que a representação interna que fazemos da realidade, base das nossas explicações e crenças sobre o funcionamento do mundo, é extremamente limitada e facilmente manipulável pelos discursos que estabelecemos com os outros, pelos enquadramentos e perspectivas que compartilhamos. Nas relações de ensino-aprendizagem, sobretudo, é preciso que nos conscientizemos de que as figuras do professor e do mágico são muito semelhantes devido à forte influência que exercem na formação de nossas representações internas.

Pelo viés da linguística, estabeleceremos elementos conceituais e metodológicos para fundamentarmos essa ideia. Queremos explorar a tese bakhtiniana de que aprendemos a falar por gêneros, e entender as determinações e enquadramentos semânticos que se estabelecem na escolha de cada gênero, para explorá-las nas situações de ensino de ciência. O conceito de gênero nos mostra que mesmo sendo um falante e dominando uma língua não conseguimos comunicar-nos muito bem em todas as esferas de circulação dessa língua, pois não dominamos certas formas mais específicas e complexas de enunciação, estabilizadas pelas práticas humanas em cada uma das diversas esferas. Nesse sentido, escola torna-se a ferramenta social por excelência que possibilita a complexificação

discursiva e sua internalização pelos indivíduos, preparando-os para circular em inúmeras esferas da vida.

A apropriação de cada uma dessas formas enunciativas, por meio de gêneros, possibilitará aos indivíduos construir mediações para compreender o mundo de maneiras diferentes, conscientes das diferentes perspectivas que terão em diferentes contextos. A incapacidade de lidar com um gênero de maneira particular, ou não compreender sua validade em diferentes situações enunciativas determina a perda de mediações que caracteriza uma lacuna. Em nosso estudo, abordaremos situações lacunares no ensino de Física.

Para desenvolver esses pensamentos, assumo como primeiro objetivo, expor e compartilhar minha biografia, meus modos de ser e as mediações que consegui construir sobre o assunto em minha vivência até aqui. Para isso, busco mostrar no **PRIMEIRO CAPÍTULO**, na forma de um relato pessoal, os questionamentos vitais que estabeleci nas relações com meus alunos, meus colegas de profissão, meus professores e meu grupo de pesquisa, todos, amigos que me motivaram e me ampararam nesta jornada. Em suma, apresento uma narrativa de meu histórico de formação como professor de Física e de minha sensibilização, ao longo do curso de licenciatura e de minha atividade docente, para meu problema de pesquisa: *a enunciação (mediação) e a lacuna (perda da mediação) nas relações de ensino-aprendizagem de Física*.

O **SEGUNDO CAPÍTULO** está dedicado a apresentar o conceito de lacuna e organizar a complexidade e a vastidão de abordagens que deparei, bem como os recortes necessários à delimitação do problema de pesquisa. Com base na ideia de planos genéticos de Vigotsky, vou abranger desde aspectos fisiológicos, cognitivos até sociais e culturais para sistematizar diversas dimensões do fenômeno da lacuna com problema de mediação.

Inicialmente, discuto aspectos filosóficos e epistemológicos do significado de lacuna e o problema da perda de mediação no conhecimento. Em seguida, apresento aspectos ligados aos limites percepção e cognição, que sustentam uma abordagem neurocientífica da perda de mediação. Diversos estudos da neurociência sobre a Arte MágicaMágica, que analisam a ilusão de óptica, a perda de informação e o controle de atenção nas estratégias cênicas e discursivas do mágico permitem caracterizar situações lacunares. Em seguida, relaciono o problema da lacuna à aprendizagem de conceitos e a negociação de significados. Por meio da analogia entre a Arte Mágica e o ensino discuto as possibilidades e limites dessa

negociação na estruturação de mediações. Concluo o capítulo apresentando o problema do gênero para contrapor duas faces do processo de negociação de significados: a lacuna e a enunciação.

No **TERCEIRO CAPÍTULO**, trato a intencionalidade da prática educativa na formação da visão de mundo dos estudantes, desde uma dimensão individual até uma dimensão social, elaborada por meio do conceito de gênero no ensino-aprendizagem de ciência. O objetivo do resgate desse referencial é compreender como professores e alunos negociam significados e produzem enunciações cujas especificidades me permitem caracterizar os momentos que demarcam a aprendizagem de conceitos científicos. Para tanto, utilizo o conceito de gênero, para entender os marcos dentro dos quais ocorrem essas negociações e as representações que elas engendram nos indivíduos. Apresento o gênero também como uma possibilidade de sistematizar e organizar hierarquicamente o conceito de lacuna porque ele permite a caracterização de certas estruturas estabilizadas presentes nas diversas formas de ensino-aprendizagem de ciências.

Essas estruturas estabelecem certos enquadramentos, formas de ver e representar o mundo, na maneira como a ciência é apresentada, desde a relação professor e aluno, até marcos sociais mais amplos da estrutura curricular e do discurso educacional. Os enquadramentos são reveladores das concepções de ciência e ensino-aprendizagem, e neles vamos caracterizar uma situação lacunar.

O Gênero também me permite caracterizar o processo de autonomia enunciativa do aprendiz, como sucessivos momentos de apropriação de formas enunciativas e superação de lacunas, num processo de tomada de consciência, que vai da repetição da palavra esvaziada de significado, ao estabelecimento das primeiras construções enunciativas de significados, até a elaboração do projeto discursivo, no qual, o domínio enunciativo do aprendiz permite autoria e o estilo.

Esses são alguns dos aspectos que me permitirão estabelecer critérios investigativos para identificar momentos da apropriação enunciativa, da construção de mediações e a situação lacunar dos sujeitos em interação. Com isso, elaboro alguns conceitos básicos para construir uma tipologia preliminar de análise.

No **QUARTO CAPÍTULO**, caracterizo a pesquisa qualitativa e discuto aspectos metodológicos da utilização do gênero na estruturação de uma tipologia de lacunas

relacionadas a cada forma socialmente estabilizada de ensino científico e justifico a escolha dos gêneros em detrimento de outras abordagens relacionadas à análise discursiva.

Apresento também os critérios de seleção e de análise de materiais e registros de alunos, extraídos de uma sequência didática de astronomia, introdutória à disciplina de Física para turmas de alunos de Ensino Médio numa escola particular.

No **QUINTO CAPÍTULO**, discuto resultados da pesquisa, as evidências, análise dos registros e proponho uma tipologia preliminar. Apresento também uma discussão preliminar da primeira abordagem teórica sobre algumas formas de lacunas nas relações específicas no ensino de Física. Procuro mostrar também como essas formas de lacuna se modificam dependendo do enquadramento estabelecido por diferentes situações de ensino-aprendizagem, mostrando o caráter mutável da lacuna.

No **SEXTO CAPÍTULO**, faço uma revisão dos principais aspectos teóricos, conectando as diversas abordagens levantadas e desdobramentos sobre a aplicação de gêneros discursivos na escola, do processo da autonomia enunciativa e do problema da autoria dos professores e alunos. Tais reflexões almejam contribuir, não só para compreender o sentido de minha prática, mas para desenvolver a pesquisa em ensino de ciências.

CAPÍTULO 1

Neste capítulo abordo, na forma de um relato pessoal, aspectos autobiográficos que expliquem como convergiram os estudos sobre o ensino de Física, sobre linguagem, sobre a Arte Mágica.

1.1 Meus caminhos como aluno-professor

É preciso dizer, antes de tudo, que fui buscar na Física uma definição final, fundamentada e única de realidade, que resolvesse minhas perguntas epistemológicas. O que pude encontrar foi uma diversidade de teorias sobre a natureza e uma riqueza de explicações humanas, não excludentes, que só tornaram minha vida mais bela.

Meu interesse em ser físico surgiu em meu primeiro curso de graduação, Ciências Sociais. Ali, o estudo de outras culturas e suas cosmologias, o estudo das formas de ideologia e do fenômeno da alienação levaram-me a questionamentos profundos sobre o conceito de realidade e do valor atribuído ao conhecimento científico nas sociedades contemporâneas.

Na minha concepção “escolar”, tinha aprendido a valorizar o conhecimento científico como a forma mais acabada e perfeita de representação do mundo, que seguia seu curso progressivo de aprimoramento, acumulando descobertas e revelando cada vez mais a realidade. Entretanto, o estudo de outras culturas, a valorização do olhar do outro, estavam-me obrigando a relativizar a crença numa realidade absoluta. Mais ainda, o estudo sobre ideologia atrelava a ideia de realidade, como representações que fazemos do mundo e da sociedade, às relações que estabelecíamos com outros indivíduos na sociedade e à nossa classe social.

Apesar de valorizar esses conhecimentos, eu não abria mão de meu realismo de fundo e honestamente questionava: Como, por exemplo, o fato de a Terra ser redonda e girar ao redor do sol pode depender de uma crença cultural ou social? Se esta ou aquela cultura não veem da mesma maneira é porque não têm sua ciência suficientemente desenvolvida.

Imbuído dessas crenças e questionamentos, finalizei meu curso de Ciências Sociais iniciei meu bacharelado em Física. Apesar do árduo trabalho em dominar os teoremas do cálculo e as equações da mecânica, fiquei feliz, num primeiro momento, por ver minhas crenças realistas serem reforçadas. A natureza estava ali, sendo progressivamente

descoberta, e suas relações, escritas na linguagem matemática, constituíam o verdadeiro conhecimento tão almejado por mim.

No entanto, sentia-me desconfortável por dois motivos: primeiro pela sensação de estar vivendo um segundo ensino médio mais complexo que abatia a todos com as exigências de repetição e memorização de longas listas de resolução de problemas e formulários. Em segundo, pois não encontrava espaço para nenhum dos questionamentos epistemológicos que trazia do curso anterior. Conversando com professores, vi que poderia resolver esse desconforto no curso de licenciatura e fiz minha transferência em 2001 junto com outros colegas de curso que também manifestavam insatisfação.

Durante o curso de Licenciatura, pude experimentar uma mudança de foco com relação ao estudo da Física. Agora, em vez de tornar-me um especialista no conhecimento em profundidade de um paradigma, hábil em resolver problemas e manipular modelos, eu precisava desenvolver uma visão mais abrangente que conseguisse explicitar para mim e para os outros qual a origem desses modelos e por que eram manipulados dessa ou daquela forma em cada contexto. A primeira mudança foi percebida num curso de óptica que refiz na licenciatura com a Professora Maria Regina Kawamura. Enquanto na primeira semana de aula do curso do bacharelado tivemos de resolver uma lista enorme de exercícios de reflexão e refração, da qual meus colegas e eu saímos extenuados, na primeira semana do curso de licenciatura, recebemos um *kit* com velas, espelhos e lentes para observar as propriedades de cada dispositivo. Lembro-me de haver segurado a vela acesa atrás de lente e ver a imagem dela, grande e de cabeça para baixo, projetada na parede. Estávamos observando por meio de uma lente convergente uma imagem real, invertida e maior, como aquela que tradicionalmente encontramos no terceiro caso de lentes da maioria dos livros didáticos. Desde a época do colegial, sabia manipular as equações da óptica geométrica com habilidade, reconhecendo rapidamente, pelos resultados numéricos, cada um dos casos de formação de imagens reais e virtuais, mas nunca havia produzido nenhuma delas com minhas mãos. Desde então, considero um absurdo manipular funções matemáticas pura e simplesmente para adquirir destreza na resolução de problemas. Acho impressionante constatar que, na maior parte das escolas cursinhos que conheci, somente esse segundo aspecto é valorizado.

O curso de licenciatura exigiu de mim não só que tomasse consciência do uso da linguagem científica, mas que criasse uma variedade de formas de representar as grandezas

e fenômenos naturais, relativas a cada um dos usos dessa linguagem. Descobri que se pode passar por um curso inteiro de Física, somente manipulando equações sem nunca observar cuidadosamente os fenômenos que elas representam. Aliás, era essa a crítica do físico estadunidense R. Feynman aos estudantes brasileiros:

“No Brasil, Feynman viveu também uma rica experiência como professor. Graças à formação recebida do pai, ele era sensível ao problema do ensino científico e, sempre que encontrava métodos pedagógicos que considerava errados, mostrava sua reprovação. A primeira ocasião surgiu com os estudantes da Universidade do Brasil, aos quais deu dois cursos: um sobre métodos matemáticos e outro sobre eletricidade e magnetismo. Feynman teve a impressão de que os alunos brasileiros estudavam de uma forma estéril: jamais formulavam questões durante as aulas (temendo o ridículo) e privilegiavam mais a memorização do que a compreensão. Assim, embora soubessem recitar todas as definições, não tinham ideia de como aplicar o que estudavam aos casos particulares (...) Para Feynman, era como se os alunos aprendessem de cor frases de outra língua, sem compreender o que significavam.” (Scientific American, Gênios da Ciência, 2005, p.69).

Certa vez, durante um curso de eletromagnetismo perguntou se algum aluno de seu curso já havia olhado para a lagoa Rodrigo de Freitas com uma lente polarizada, como a que estavam estudando. Diante do silêncio, comentou que, antes de decorar que a água polariza a luz, como uma espécie de mantra, deveriam sentir essa experiência no mundo ao redor e testar essas afirmações. Voltarei a este tópico mais adiante, enfatizando a última observação de Feynman na qual retrata o aprendizado de Física como o aprendizado de uma língua estranha.

Por enquanto, voltemos ao esforço dos professores de licenciatura para que os alunos vejam e representem fenômenos. Numa disciplina optativa de Física do Meio Ambiente, ministrada também pela Professora Maria Regina Kawamura, comecei a perceber a importância dessa diferença de abordagem. Especificamente, quando ela tratava das grandezas planetárias, tema que já dominava quando estudara gravitação no bacharelado, nosso grupo o problema da representação do tamanho dos planetas e do Sol numa situação de sala de aula.

Inicialmente, demos alguns palpites, fizemos estimativas e alguns esboços que, na maioria das vezes, mostravam duas bolinhas do mesmo tamanho a uma distância de poucos palmos. Vimos desenhos de crianças e discutimos com é muito comum, representarmos Sol e Terra do mesmo tamanho e, às vezes, um Sol menor que a Terra. Em seguida, com as grandezas que tínhamos e utilizando relações de proporção começamos a construir uma

maquete do Sol e da Terra. Ao utilizar os diâmetros e distâncias conhecidos (Terra: 12.000km, Sol: 1.400.000 km aproximadamente) chegamos a uma relação assustadora. Para um sol do tamanho de uma bola de futebol (25cm) a Terra teria o tamanho de um grão de ervilha (2 mm) e orbitaria o Sol a 40 m de distância. Na maquete que fizemos, o Sol (bola) ficou no centro de um campo de futebol e a Terra (ervilha) o orbitava numa trajetória distante, localizada na calçada fora do campo de futebol. O vazio entre os dois era assombroso e a estrela tinha dimensões gigantescas que eu nunca havia visto representada nos livros escolares.

Essa foi uma experiência marcante que hoje ocupa uma posição central em minhas sequências didáticas. Acredito que ela seja importante não só para tornar mais complexa a visão dos alunos, mas para estimular sua imaginação e seus questionamentos sobre a grandeza do universo. Além disso, é importante para os professores, pois ganham instrumentos novos para criar e interagir com os alunos. Quando a realizamos, é comum ver alunos e professores saírem do silêncio e exclamarem sua admiração com essa nova visão das coisas, testarem novas proposições para representar o sistema solar, manipularem materiais diversos, se expressarem de forma muito intensa. Nos cursos de formação continuada os professores sempre manifestam seu assombro, sua dificuldade em lidar com essa questão e sua gratidão por essa vivência:

“S: Coloquei estrelas no sistema solar e não está correto; errei a proporção do tamanho do Sol e Terra, assim como a distância. O tamanho da Terra que peguei foi enorme, eu mudaria o tamanho (...) parece que meu Sol ficou do mesmo tamanho, ou quase do mesmo tamanho da Terra. Eu mudei o tamanho do Sol, mas deveria ter aumentado mais (...) foi interessante poder comparar os tamanhos entre os planetas e o Sol (...) pude perceber o quanto eu desconhecia os assuntos relacionados à Astronomia.” (LEITE, 2006, p.214).

Eu senti isso também. Os números, muito familiares para mim, ganharam semântica e, no novo contexto, uma ontologia diferente. Naquele momento, aprendi a ver e redimensionar essa imagem:

Figura 1 - Comparação das dimensões da Terra e do Sol.

A experiência foi vital para mim, quando trabalhei na educação de jovens e adultos e cursos de em supletivo, que representavam o sol como um círculo menor do que a Terra e esta como um círculo plano. Lembro-me de um diálogo impressionante que envolveu a classe inteira de ensino supletivo, quando uma aluna manifestou sério incômodo com a representação que fazíamos da Terra como uma esfera. O meu desenho, como se vê na figura abaixo, era uma esfera com pessoas posicionadas em várias regiões diferentes, como se estivessem aderidas à superfície. Pretendia usar essa representação para introduzir o conceito de gravidade. No momento em que eu representava a esfericidade do desenho, por meio de um gesto semelhante ao ato de segurar uma bola, e posicionava uma pessoa na parte de baixo da esfera, de cabeça para baixo, a aluna expressou seu incômodo dizendo que o mundo não podia ser daquela maneira. Afirmou que concordava apenas com o fato de ser redondo, mas deveria ser plano como uma moeda e as pessoas deveriam ser posicionadas em cima. Seu gesto com mão espalmada, como se estivesse polindo o tampo de uma mesa, reforçava a ideia de uma superfície plana e circular, voltada para cima.

Figura 2 - Representação do formato da Terra pelo professor e por uma aluna de supletivo.

Começamos ali um intenso debate, havia alunos não acreditavam que ela estivesse falando sério, outros me questionaram sobre como provar a esfericidade da Terra. Um dos alunos mostrou um globo terrestre como evidência e ela refutou seu argumento dizendo que qualquer coisa poderia ser impressa numa bola. Outro aluno apenas mostrou uma foto da Terra que não nos serviu para sustentar a esfericidade da Terra, pois estávamos olhando para uma imagem em duas dimensões, como uma moeda vista de cima. Finalmente, perguntei para ela o que aconteceria se caminhássemos em linha reta naquele mundo plano. Sua resposta foi surpreendente: “Chegaríamos ao mar e pararíamos no horizonte”. Aquilo que temiam os primeiros navegadores! Ficamos pensativos e eu pedi desculpas, mas para encaminhar as aulas, precisava de que ela assumisse e elaborasse a nova visão que propunha. Naquela tarde, fiquei pensando em como era possível um adulto, que manipula diversos meios de informação modernos, manter tal concepção de mundo¹.

Nessa época, cursava a disciplina de Metodologia de Ensino de Física, com o Professor Maurício Pietrocola. Ele trouxe uma discussão importante sobre a problematização, o erro e a substituição conceitual. A primeira contribuição desses conceitos é mostrar que, dificilmente temos clareza sobre o fato de professor e aluno

¹ No Anexo I deste trabalho anexei um depoimento do Poeta Ferreira Gullar que trata do deslumbramento e do assombro que sentiu ao tomar contato com a Física.

estarem em mundos diferentes, ou seja, não partilharem as mesmas experiências, os mesmos conceitos e contextos. Por isso, o aluno vê coisas diferentes do que o professor lhe mostra e, se o professor não tiver consciência disso, dificilmente entenderá as razões da incompreensão dos alunos, como disse Bachelard:

“Sempre me surpreendeu o fato de que os professores de ciências, mais que os outros, não compreendam que não se possa compreender.”
(BACHELARD, 1977, p.50).

Sem compreender as explicações dos alunos, também não podem intervir nelas para substituí-las por explicações científicas como propunha essa abordagem.

Nessa perspectiva, o professor precisa criar situações que permitam aflorar a concepção trazida pelo aluno, a fim de poder trabalhá-la, por meio de situações-problema e questionamentos que conduzam o aluno aos limites de seu modelo explicativo. No limite, o aluno deve sentir a necessidade de substituir sua explicação por outra “melhor”, apropriando-se, assim, do conceito científico.

Cheguei à conclusão de que, se não estabelecermos interações suficientes, em que nossas concepções de mundo sejam explicitadas e postas em questão, nós não desenvolveremos de formas mais complexas de representação dos fenômenos nem delas nos apropriaremos. Mas como produzir uma prática educativa em que isso aflore? Aquele episódio havia sido fortuito, se a aluna se houvesse calado, essa sensibilização não haveria acontecido. Outra pergunta que me incomodava, era por que trabalhar aquele, ou qualquer outro conhecimento, se ele, realmente, não foi necessário para a vida dessa pessoa?

Uma crise se instaurava em mim. Pude ver que a maior parte de minha atuação como professor se centrava na questão da *inteligibilidade* do conhecimento da Física, ou seja, queria dar aos alunos a melhor e mais clara explicação, a explicação mais “verdadeira” e correta de um certo tipo de enunciado comum no ensino, mas não percebia que estava preso a uma forma muito restrita de expressão da ciência. Sem medir esforços, buscava esclarecer conceitos, desenvolver definições, explicitar critérios e relações condensados nas equações, e exemplificar a resolução de problemas detalhadamente. Cheguei a montar um grupo de professores para a resolução de provas dos vestibulares e nos gabávamos de conseguir resolver os vestibulares mais difíceis. Resolver as intrincadas questões, superar as armadilhas, encontrar atalhos para a resolução dos problemas vestibulares ocupava noventa

por cento das nossas atividades educacionais na época. Eu sustentava com honestidade minha convicção, mas queria ser algo mais do que um sujeito explicador de algoritmos lógicos, e desejava que o conhecimento científico representasse algo mais que isso.

Tornar o conhecimento inteligível é uma condição necessária, mas não suficiente para que haja entendimento e compreensão, pois a compreensão ultrapassa a explicação clara, a elaboração intelectual precisa. A compreensão inclui necessidades, valores, crenças, práticas sociais que formam as visões de mundo compartilhadas e modificadas no processo educativo e que dão sentido ao conhecimento, abrindo novas possibilidades vivências para as pessoas. Com a noção de educação problematizadora de Paulo Freire pude elaborar mais claramente essa dimensão ao longo de minhas atividades de ensino-aprendizagem.

“Na verdade, meu papel como professor, ao ensinar o conteúdo *a* ou *b*, não é apenas o de me esforçar para, com clareza máxima, descrever a substantividade do conteúdo para que o aluno o fixe. Meu papel fundamental ao falar com clareza sobre o objeto é incitar o aluno a fim de que ele, com os materiais que ofereço, produza a compreensão do objeto em lugar de recebê-la, na íntegra de mim. Ele precisa se apropriar da inteligência do conteúdo para que a verdadeira relação de comunicação entre mim, como professor, e ele, como aluno, se estabeleça. É, por isso, repito, que ensinar não é transferir conteúdo a ninguém, assim como aprender não é memorizar o perfil do conteúdo transferido no discurso vertical do professor. Ensinar e aprender tem que ver com o esforço metodicamente crítico do professor de desvelar a compreensão de algo e com o empenho igualmente crítico do aluno de ir entrando como sujeito em aprendizagem, no processo de desvelamento de mundo que o professor ou professora deve deflagrar.” (FREIRE, 2000, p.134).

Essa ideia de desvelamento me levou a caracterizar o ensino de Física como um processo dialogado e negociado de descoberta de mundos possíveis, no qual o aluno vivenciaria pela interação com o professor novas possibilidades e novos recortes de realidade.

No momento dessa elaboração, já havia cumprido bem mais da metade dos créditos do curso de licenciatura quando conheci o Professor Cristiano Rodrigues Mattos. Entre meus colegas e amigos, ele logo se tornou uma figura presente, pois era notório como nos provocava, nos fazia reagir e expor nossas convicções em acalorados debates que fazíamos sobre Física, epistemologia, filosofia da ciência e educação. O professor conseguia provocar em nós reações emocionais muito profundas e abalar nossas convicções mais arraigadas. Ele estava fazendo com que saíssemos de uma atitude passiva de recebedores de conhecimento

pelo diálogo. O fato de estarmos expressando nossas convicções abria terreno para negociações intensas.

Abordarei sucintamente três intervenções que me tocaram de maneira especial, uma das quais deu origem a este trabalho. Na primeira delas, durante uma aula sobre epistemologia, sentimos na pele a incomensurabilidade² dos paradigmas, quando discutimos uma abordagem eletromagnética, alternativa à mecânica, para o fenômeno do atrito entre superfícies. O atrito, que para nós era uma forma de agarramento mecânico causado pelas rugosidades das superfícies em contato (a maior parte dos livros didáticos o apresenta assim), poderia ser visto agora como um fenômeno mais complexo, uma atração entre átomos e moléculas dos materiais em contato, ou seja, um fenômeno eletromagnético. O havia mudado o enquadramento do fenômeno, o que fez aflorar uma série de explicações e novas imagens que nos impuseram questionar conceitos estabelecidos como: atrito independer da área de contato entre as superfícies, ou a justificativa para diferença entre atrito estático e cinético. Geralmente, os livros e professores referem-se a essas duas observações como “evidências experimentais” e raramente trabalham uma modelagem para ela. Lembro-me de um colega manifestar que havia abandonado uma série de experimentos didáticos sobre atrito, pois ele não conseguia garantir a demonstração dessa independência entre atrito e área de contato. Logo depois dessa aula fomos ao laboratório para explorar essa dúvida e terminamos criando uma série propostas para lidar com o assunto em sala de aula. Também nessa aula, com diagramas do modelo mecânico de força de atrito, o professor desenhou a força normal como uma componente inclinada e não perpendicular ao plano das superfícies em atrito, na situação em que um objeto era puxado e estava na iminência de se mover. Para mim, o argumento fazia sentido e havia enriquecido a explicação, mas para meu colega Ricardo, de formação técnica, aquilo era uma violação inaceitável do paradigma mecânico, e lembro que tivemos de acalmá-lo. Seu desconforto emocional me marcou muito, e muitas vezes conversamos sobre o significado daquele momento, fora das aulas. O fato é que estávamos sendo sacudidos e estávamos tomando consciência, não só de nossos conceitos, mas de nossas escolhas de vida.

Numa segunda ocasião, o professor pediu que, por um momento adotássemos a relatividade Galileana e imaginássemos o Sol e todos os planetas girando ao redor da Terra.

² Conceito elaborado por T. Kuhn (1992) para tratar da incompatibilidade de teorias rivais. Trataremos mais a frente desse conceito.

Em princípio, nenhum problema, veríamos órbitas bem esdrúxulas que justificavam a etimologia da palavra grega *planeta*, que significa *errante, vagabundo*, isso era bem conhecido por nós. Levando seu argumento à frente, ele nos perguntou estranhamente: “Por que o Sol precisa estar no centro do sistema solar nessas representações?” Ele mostrou-nos que poderíamos eleger qualquer centro de referência ou qualquer estrutura de sistema solar. Mostrou-nos então o argumento de Feyerabend de que a escolha do Sol como centro do sistema solar constituía um ato de fé, muito mais do que uma observação criteriosa.

Isso me incomodou e senti a necessidade de defender a posição heliocêntrica, que considerava a melhor e a verdadeira. Eu disse que não importava a visão do céu, pois o sistema solar era o mesmo para todos e, em algum momento, descobriríamos isso. E o professor respondeu com uma pergunta: “Quem garante isso?”. De fato, definir o céu como uma esfera cristalina ou uma curvatura no espaço-tempo, dependerá da complexidade das atividades humanas desenvolvidas em cada cultura, em cada sociedade e em cada época.

Meu desconforto foi muito grande, quando vi que minha defesa de um modelo único não se sustentava diante da riqueza de olhares sobre o universo que eu rejeitava em assumir, pois não necessitava estar baseada no que eu considerava uma ciência verdadeira, embora reconhecesse que essas outras visões tinham validade. Ficamos mais impressionados quando nos mostrou uma pesquisa sobre ensino de astronomia, na qual vimos essas inúmeras concepções de céu aparecerem no discurso de professores de ciência para explicar fenômenos como eclipses, marés e fases da lua. A conversa derivou para a necessidade de se ensinar ou não o modelo ptolomaico para os alunos, chegando à questão do embate entre o ensino do evolucionismo e do criacionismo nas escolas norte americanas. Quando perguntei se ele defenderia o ensino do criacionismo nas escolas, ele redarguiu: “Qual o problema?” Meu ser monológico não podia admitir essa posição vindo de um professor de Física. Já meu amigo, Ricardo, que gostara do argumento, agora ria do meu desconforto no qual ruminava meu heliocentrismo e meu agnosticismo arraigados. Nas aulas seguintes, desenvolvemos o tema da ciência produzida por outras culturas humanas. Lembro-me da classe dividida sobre a questão de chamar ou não de ciência a um conhecimento indígena sobre ervas medicinais ou sobre a técnica do arco e flecha. Por essa época, em outro curso ministrado pelo Professor Zanetic, estava me aprofundando no anarquismo epistemológico de Feyerabend que, ao mesmo tempo revelava as origens

obscuras e religiosas do pensamento heliocêntrico e defendia o conteúdo científico de mitos e doutrinas de outras culturas. Feyerabend defendia que inventar e fabular, cultivar uma diversidade de mundos é importante para fazer ciência:

“(...) não podemos descobrir de dentro. Precisamos de um modelo exterior de crítica, de um conjunto organizado de suposições alternativas ou, uma vez que estas suposições serão muito gerais, de constituir, por assim dizer, um mundo inteiramente alternativo: *precisamos de um mundo de sonho a fim de descobrirmos as linhas do mundo real que pensamos habitar* (e que na realidade poderá ser apenas outro mundo de sonho).” (FEYERABEND, 1993, p. 38).

Com essa reflexão, eu estava assumindo que a diversidade de experiências humanas é melhor para ciência do que uma visão única, monolítica e linear.

Finalmente, a terceira intervenção, ainda no campo da epistemologia e que motivou grande parte deste trabalho de pesquisa, foi a relação feita por Kuhn entre o conceito de paradigma e a experiência perceptual das pessoas. Para Kuhn (1992), paradigma é uma rede de compromissos conceituais, teóricos, instrumentais e metodológicos que organiza e reproduz um grupo em torno do fazer científico, a ciência normal, num determinado momento histórico. Portadores de um paradigma, aprendemos a representar o mundo a partir de um enquadramento particular, a criar modelos e resolver problemas, a organizar e atribuir significados aos objetos e fenômenos do mundo.

Para Kuhn, dois observadores situados em paradigmas diferentes, quando observam um mesmo objeto, não têm a experiência da mesma coisa. Para além do senso comum e do gosto pessoal, perceber um fenômeno implica que nossa percepção e nossa estrutura conceitual tenham sido alteradas pelo paradigma no qual estamos imersos. Assim, olhar para um ponto brilhante no céu e vê-lo como planeta ou estrela depende do complexo conceito de céu que temos em nós.

Utilizando uma ilusão de óptica, a do pato e do coelho, muito comum na Arte Mágica e que abordarei no segundo capítulo, o professor mostrou-nos como Kuhn lançava mão do argumento da psicologia da forma (*gestalt*) para justificar sua tese de que os conceitos que possuímos conformam o objeto observado.

“Las demostraciones conocidas de un cambio en la forma (*Gestalt*) visual resultan muy sugestivas como prototipos elementales para esas transformaciones del mundo científico. Lo que antes de la revolución eran patos en el mundo del científico, se convierten en conejos después. (...) Al mirar el contorno de un mapa, el estudiante ve líneas sobre un papel, mientras que el cartógrafo ve una fotografía de un terreno. Al examinar una

fotografia de câmara de borbulhas, el estudiante ve líneas interrumpidas que se confunden, mientras que el físico un registro de sucesos subnucleares que le son familiares. Sólo después de cierto número de esas transformaciones de la visión, el estudiante se convierte en habitante del mundo de los científicos, ve lo que ven los científicos y responde de la misma forma que ellos.” (KUHN, 1992, p. 138).³

Esse argumento conectou uma série questionamentos sobre assuntos de meu interesse que havia estudado até então: concepções prévias, representação de mundo, perfil conceitual e paradigma. No entanto, faltava-me um modelo para realizar os cruzamentos necessários no âmbito das relações de ensino-aprendizagem.

1.2 A relação da ciência com a mágica.

Em 2006, aproximava-me da finalização do curso e iniciei a elaboração da monografia. Minha intenção primeira era a criação de um show da Física que utilizasse os recursos da Arte Mágica para produzir analogias e ilustrar fenômenos científicos de difícil visualização e manipulação: efeitos de penetração para explicar o tunelamento da Física Quântica, efeitos de transposição para explicar viagens no tempo da Relatividade, efeitos de reorganização para explicara reversão do caos e da entropia dos sistemas na Termodinâmica, entre outras possibilidades, efeitos de transmutação para explicar a transformação de matéria em energia, entre outras possibilidades. A mágica, que como amador estudava com seriedade, fornecia mecanismos e formas de apresentação que poderiam contribuir muito para a divulgação dos conceitos científicos. Havia atuado em espetáculos de mágica para teatro e tinha a intenção de construir a mesma atmosfera num show de ciências que fosse mais elaborado que os tradicionais shows de demonstração de fenômenos.

Já imaginava o mágico, vestido de Isaac Newton, falando de gravitação, e fazendo bolas levitarem no palco, girando em círculos concêntricos para formar um sistema

³ Tradução do autor: “As demonstrações conhecidas de mudança de forma (Gestalt) visual são muito representativas como protótipos elementares dessas transformações do mundo científico. O que antes da revolução eram patos, no mundo do cientista, converte-se em coelhos depois (referência à ilusão do pato e do coelho mostrada no segundo capítulo). Ao olhar o contorno de um mapa, um estudante vê linhas sobre o papel, enquanto um cartógrafo vê a fotografia de um terreno. Ao examinar a fotografia de uma câmara de bolhas (ver capítulo dois), o estudante vê linhas interrompidas que se confundem, enquanto o físico, um registro de processo subnucleares que lhe são familiares. Só depois de um certo número de transformações na visão, o estudante se converte em habitante do mundo dos cientistas, vê o que veem os cientista e responde da mesma maneira do que eles.”

planetário. Comecei a desenhar esse trabalho com a orientação do professor Marcos Gubitoso, da Matemática, também mágico amador.

Durante o trabalho, quando buscava justificativas teóricas que fizessem convergir campos do conhecimento humano, aparentemente tão díspares, fiz descobertas sobre os cruzamentos entre a história da ciência e da mágica, sobre sua dimensão cultural e antropológica da ciência, sobre os aspectos ideológicos da produção do conhecimento científico nas sociedades modernas que me conduziram a uma reflexão de cunho sociológico e resgataram muito de meus antigos interesses. Esse levantamento absorveu minha atenção, desviando-me do propósito da montagem espetáculo, o que me angustiou, pois interrompi o projeto original. Decidi aconselhar-me com a professora Maria Regina e com o professor Cristiano, que apontaram duas perspectivas: a professora disse-me que do ponto de vista acadêmico, o sentido da monografia visa a explorar uma situação de ensino-aprendizagem ou desenvolver um tema teórico contrapondo visões de diversos autores. Assim, eu deveria dar suporte teórico ao uso da mágica para fins didáticos. De fato, havia grande bibliografia sobre o uso da mágica para auxiliar crianças com *deficits* de aprendizagem, entretanto esse não era meu foco.

Meu orientador, por outro lado, propôs que eu descobrisse e explicitasse por que motivos escolhi a Mágica e a Física. Quais seriam meus questionamentos vitais que tornavam esses campos do conhecimento importantes para mim, pois, uma vez elaborada essa reflexão, ela seria a matéria prima de meu trabalho. “Busque os nexos vitais”, essa frase ressoa em mim até hoje, em minha construção de sentidos de vida. Vi que meus questionamentos traziam sempre o problema filosófico da definição de realidade, da alienação e das condições de sua superação, dos limites do conhecimento e da ilusão. Se eu elaborasse a ideia da educação como um processo de desvelamento do mundo, a mágica adquiriria centralidade em minha investigação, pois ela manipula uma série de mecanismos perceptuais e cognitivos, que interferem nesse processo. Necessitaria organizá-los e sistematizá-los por meio de categorias que me permitissem olhar para as relações de ensino-aprendizagem.

O professor Cristiano sugeriu que eu utilizasse a mágica como metáfora para a perda das mediações que ocorrem nas relações de ensino-aprendizagem e que impossibilitam o aluno de se apropriar de um conhecimento. Surgiu aí a ideia da interação lacunar e da lacuna para caracterizar situações em que as mediações não são construídas nem compartilhadas,

uma vez que o professor as considera evidentes. Quando as relações causais não estão explicitadas pelo professor que as considera óbvias, para os alunos a explicação se dá como mágica porque não estão internalizadas as relações. Eles não veem o que o professor vê, nem o que o professor quer que eles vejam porque as relações explicitadas e as negociações foram insuficientes. Ou seja, o professor atuou como os mágicos almejam para produzir seus efeitos. Nasceu aí a ideia de lacuna na aprendizagem como perda de mediações, que comecei a elaborar a partir de um referencial teórico que explorasse a maneira como os alunos se apropriam dessas mediações.

1.3 Grupo de pesquisa e os referenciais sociointeracionistas⁴

Nesse momento também, o professor Cristiano me convidou a participar de seu grupo de estudos, o grupo ECCO (Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Complexidade). Nesse grupo, vivenciei um diálogo com professores, colegas de graduação, alunos de pós-graduação e doutorado que liam em conjunto, debatiam seus projetos de pesquisa, escreviam artigos, participavam de congressos etc. Não me é possível nomear a riqueza de experiências que até hoje vivencio com meus companheiros. A entrada nesse grupo abriu-me caminhos para que eu conseguisse elaborar novos aspectos de meu trabalho, já pensando em seus desdobramentos num possível projeto de pesquisa para o mestrado. Para isso, foram fundamentais as leituras que fizemos sobre os referenciais do sociointeracionismo e os estudos de linguística. O primeiro referencial me abriu caminhos para explicar como as interações sociais formam a mente humana, pois ele apresenta o desenvolvimento cognitivo humano como um processo e um produto social. Nossa mente se estrutura pela internalização de signos e pela incorporação da cultura e, em cada interação social, formamos modos de ser, agir, pensar, conhecer e se expressar.

“O aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que a cercam.” (VIGOTSKY, 2007, p. 100).

⁴ Utilizamos o termo sociointeracionismo porque queremos enfatizar a interação com o outro como chave para a compreensão do fenômeno lacunar. Evidentemente, pressupomos que essa interação ocorra num tempo histórico determinado, num certo espaço organizado por relações sociais.

A interiorização do diálogo exterior, dos fluxos de pensamento manifestos nas interações de um agrupamento humano leva o poderoso instrumento da linguagem a exercer influência sobre o fluxo de pensamento de cada indivíduo, modelando-o pelos instrumentos simbólicos que utiliza. Com isso, assumimos uma visão de ser humano como um agregado de relações sociais e suas funções mentais são as relações sociais internalizadas em cada percurso de sua história de vida.

A produção de instrumentos semióticos e seu compartilhamento no fluxo comunicativo, que funcionam ao mesmo tempo como meio de comunicação e modo de operação mental, permitiria a determinação da lacuna como rupturas nesse fluxo, como relações não compartilhadas e não internalizadas.

O segundo referencial surge quando esses autores trazem o problema da linguagem como mediadora de pensamentos e ações. Ele mostra os seres humanos em constante interação com objetos de ação e de conhecimento, trocando signos e significados culturais com outros sujeitos, negociando contextos em situações de construção coletiva de significados, num processo nunca acabado, mas em constante transformação.

Foram os referenciais da linguística que me permitiram compreender a relação entre as interações dialógicas e criação de significados e, posteriormente, levaram-me a utilizar o conceito de gêneros, desenvolvido por Bakhtin, para articular esses elementos nos contextos de ensino-aprendizagem.

1.4 Os estudos sobre linguagem e o problema da comunicação

Em 2008, já no início de meu mestrado, as pesquisas sobre linguagem realizadas no grupo Ecco permitiram-me fazer convergir elementos para uma modelagem do conceito de lacuna, a partir dos conceitos de perfil conceitual, contexto e polissemia.

O primeiro caminho foi apontado pela crítica de Mortimer (2006) ao modelo de Mudança Conceitual como substituição conceitual na aprendizagem construtivista. Para desenvolvê-la, parte do mesmo pressuposto das estratégias de mudança conceitual, de que só é possível ensinar novas ideias ligando-àsque o estudante já tem, porém mostra como essas estratégias acabam por desvalorizar as explicações prévias dos estudantes, por considerá-las conflitantes com as ideias científicas que se pretende ensinar. Numa epistemologia de modelos conflitantes, concepções antagônicas concorrem entre si na

formação cognitiva dos sujeitos, que não podem aceitar a convivência de duas explicações simultaneamente plausíveis e se vêm forçados a substituí-las por explicações mais abrangentes no processo de aprendizagem.

Em contrapartida, baseando-se na concepção bachelariana dos perfis epistemológicos, Mortimer enfatiza a sobrevivência das concepções prévias, mesmo após a aprendizagem científica e aponta a necessidade da convivência de modelos conflitantes, não só nos processos de ensino-aprendizagem, mas também na própria ciência. Assim, propõe a possibilidade da coexistência de dois ou mais sentidos para um mesmo conceito, os quais são acessados em situações específicas. Como exemplo dessa convivência, Mortimer comenta:

“Uma pessoa com formação científica poderia rir da ingenuidade do pensamento infantil, capaz de inventar a entidade frio em contrapartida ao calor, e distinguir duas formas de ‘energia’ que podem fluir de um corpo ao outro: o calor e o frio (ERICKSON, 1985). No entanto, no seu cotidiano, essa pessoa continuará a usar esses conceitos de forma muito natural. Mesmo porque soaria pedante afirmar que ‘vestiu uma blusa de lã porque ela é um bom isolante térmico, impedindo que o corpo ceda calor para o ambiente’. Ora, nós vestimos lã porque ela é quente e nós estamos com frio. Não há aí nenhum vestígio de concepções ingênuas, mas o uso da palavra calor num sentido de senso comum que a nossa cultura consagrou, uma pessoa poderia adquirir a capacidade de distinguir essa maneira cotidiana de ver o mundo de maneiras mais sofisticadas.” (MORTIMER, 2006, p. 60).

Mais à frente, ele defende que é irreal a luta pela supressão dessas formas expressivas, pois a linguagem cotidiana tem uma vitalidade própria que permite a comunicação efetiva e compartilhamento de significado por vários grupos especializados dentro de uma mesma cultura. Resgatando o pensamento de Garcia (1998), ele apresenta o pensamento cotidiano e o científico não como epistemologias conflitantes e excludentes, mas como estruturas de complexidade diferente. Dessa forma, o problema do ensino-aprendizagem se desloca da ideia de melhor explicação para a de explicitação das limitações e contextos de validade de cada conceito a fim de podermos entendê-los e aplicá-los. Em consequência, o autor apresenta o modelo de perfil conceitual como um elemento de metaconsciência na aprendizagem de conceitos científicos. O redimensionamento do valor que Mortimer confere às concepções prévias dos estudantes foi fundamental para dirigir minha pesquisa à análise da dimensão dialógica do perfil conceitual, especificamente na relação que se estabelece entre o contexto discursivo e a determinação de um significado.

A ideia de que diferentes formas de ver o mundo habitam uma mesma pessoa sugere que as formas podem manifestar-se dependendo dos conceitos que o sujeito internalizou e das situações discursivas que reconhece. Mais ainda, sugere que duas pessoas dialogando sobre um mesmo conceito, podem estar fazendo representações completamente diferentes dele. A desconexão entre essas as representações é um dos elementos possíveis para caracterizar uma lacuna.

Figura 3 – A construção e o compartilhamento de significados pelo diálogo.

É possível afirmar que no diálogo com o outro, partimos sempre de uma condição lacunar que se pretende superar por meio de sucessivas aproximações de um significado comum compartilhado. A compreensão parece ser baseada no estabelecimento de correspondência entre o significado do falante e do ouvinte e o êxito de uma interação depende de progressivas negociações para compartilhar uma situação.

Com a ideia de compartilhar uma situação, um segundo caminho se abriu para caracterizar a lacuna por meio dos referenciais sobre linguagem e análise do discurso. No grupo de pesquisa, trabalhamos inicialmente com autores como Rommetveit, Wertsch, Cole e Engeström, os quais discutiam o compartilhamento de significados que se estabelece pelo diálogo. Baseados nos trabalhos de Bakhtin, eles apontavam para o fato de que, em qualquer situação de diálogo, a compreensão mútua nunca está definida apenas pelo fato de as pessoas estarem trocando informações, é preciso ser negociada e construída, uma vez que os participantes do diálogo têm perspectivas muito distintas sobre o que, por que e como se vai falar. Ainda mais, no transcurso do diálogo, os interlocutores modificam sua percepção do cenário discursivo, portanto, alteram os significados dos conceitos e suas visões de mundo. Logo, o sucesso de uma interação comunicativa, para esses autores, está

em ampliar o que se define como intersubjetividade. O grau de intersubjetividade estabelecerá as possibilidades de construção de uma rede compartilhada significados.

Baseado nesses autores, comecei desenvolver a relação entre a lacuna e o domínio dos instrumentos mediadores necessários aos processos de negociação de significados que se estabelecem no ensino-aprendizagem de ciência. Esse caminho indicava a necessidade de caracterizar as assimetrias entre os interlocutores, principalmente nas negociações que se estabelecem entre um professor, mais experiente com relação a um problema, e um aluno, com uma estrutura conceitual menos complexa.

Finalmente, a necessária leitura de obras de Bakhtin trouxe não só recursos e ferramentas conceituais mais poderosos para caracterizar essas consciências desiguais que se alteram pela interação, mas também trouxe uma dimensão ética à reflexão, no sentido de compreender a posição do outro no diálogo para decodificar os signos envolvidos na interação.

Bakhtin mostra que emissor e receptor pertencem à mesma comunidade linguística e ambos reconhecem e negociam o caráter flexível do signo, adequando-o aos contextos enunciativos. Para desvendar os múltiplos significados em jogo no diálogo, o que importa ao falante é a adequação dos signos às situações e contextos significativos e não a uma norma geral e abstrata. Afinal, não aprendemos por definições, decodificações ou traduções, mas por enunciação.

“É impossível reduzir o ato de decodificação ao reconhecimento de uma forma linguística utilizada pelo locutor como forma familiar conhecida – modo como reconhecemos, por exemplo, um sinal ao qual não estamos suficientemente habituados ou uma forma de uma língua que conhecemos mal. Não; o essencial na tarefa de decodificação não consiste em reconhecer a forma utilizada, mas compreendê-la num contexto concreto preciso, compreender sua significação numa enunciação particular.” (BAKHTIN, 1995, p.93).

Assim, Bakhtin caracteriza a compreensão como uma forma de diálogo, um jogo de réplicas que instaura um fluxo enunciativo. A participação nesse fluxo enunciativo permite aos interlocutores se apropriarem de novas redes de significados que tornarão mais complexas suas formas de ver e representar o mundo e as internalizarem, ou seja, produzir novos recursos semânticos. Nessa concepção de língua como atividade social, o processo enunciativo apresenta um caráter essencialmente dialógico e polifônico, somente possível

de ser compreendido, num contexto social e histórico específico. Tal contexto é determinante para as condições de produção do enunciado e do tipo de interação estabelecida entre os interlocutores. Como processo social, a enunciação é produto do cruzamento de diversos discursos das esferas sociais e individuais das quais o indivíduo participa: sua família, sua profissão, seus amigos, sua vida acadêmica, política etc.

Ao enfatizar as condições de produção, recepção e circulação do enunciado, mostra como a situação discursiva e os contextos de produção de enunciados organizam e direcionam certas estruturas de estabilização e reprodução de enunciados a que Bakhtin chamou de gêneros .

“Uma determinada função (científica, técnica, publicística, oficial, cotidiana) e determinadas condições de comunicação discursiva, específicas de cada campo, geram determinados gêneros, isto é, determinados tipos de enunciados estilísticos, temáticos e composicionais relativamente estáveis.” (BAKHTIN, 1995, p.93).

Nessa abordagem, compreender e aprender a falar significa aprender a construir enunciados organizados dentro de gêneros, como formas estabilizadas de enunciação que moldam nosso discurso. A apropriação de um novo gênero, em cada nova esfera social de que participamos, funda novas interações que vão estabelecer novas possibilidades ver, pensar, sentir, agir, ou seja, novos modos de ser.

Essa ideia fundamental me levou a compreender o gênero como uma estrutura organizadora do pensamento e fundadora de semântica, ou seja, o enquadramento e o recorte de realidade que estabelece são criadores de uma cosmovisão. Mediante seu conteúdo temático cada gênero possui princípios de seleção, de visão de realidade, determinados graus de apreensão e níveis de profundidade. Gêneros moldam nosso modo de pensar, moldam nosso olhar para o mundo que nos cerca. Em cada nova esfera, em cada nova interação, novos aspectos da existência alargam o horizonte apreciativo do sujeito, mas também determinam certos limites de visão.

Cada gênero estabelece possibilidades enunciativas e lacunas, por isso, certo enunciado científico pode fazer todo sentido numa situação determinada, e ser completamente absurdo e incompreensível em outra. Nessa perspectiva, o propósito do ensino de ciências passa a ser o de desenvolver a capacidade de contextualizar os modelos e explicações de mundo num certo contexto que lhe dê sentido. A educação pode incutir a

crença de que muitos mundos são possíveis, de que o significado e a realidade são criados e não descobertos, que a negociação é a arte de construir novos significados pelos quais os indivíduos podem regular suas relações uns com os outros. Essa crença é um caminho para lidar com nossa situação lacunar.

1.5 A condição lacunar

Atuar simultaneamente como professor e aluno, ao mesmo tempo em que reflito sobre minha prática no contexto de pesquisa, abriu-me novas perspectivas para refletir sobre minha condição de mediador e minha condição lacunar.

Ao adquirir consciência de minha crença numa Física progressiva e única, que evoluísse conservando ideias verdadeiras e descartando ideias errôneas, formando um conhecimento cada vez mais completo da realidade, pude perceber que, na verdade, eu lidava com uma constelação de discursos sobre a natureza, recortes de realidade, sob o manto do que chamava de Física. A constelação de discursos, como pude ver, é expressão de concepções filosóficas, crenças culturais, contextos históricos, opções individuais, políticas dos sujeitos que produziram e produzem esse conhecimento, toda uma complexa atividade humana da qual não se tem senão uma pálida imagem. Discussões históricas e filosóficas são periféricas nas estruturas de ensino de ciência em todos os níveis e isso, provavelmente, não permite nem a professores nem a alunos descobrirem que processos, reconstruções, interpretações foram responsáveis pela forma como veem e falam da ciência. Destituído da percepção dessas múltiplas relações, o conhecimento se apresenta num formato acabado e coerente, uma aparência que não auxilia a nós, professores, percebermos nossos compromissos com as formas de representação da realidade, seus sentidos, seus contextos de validade, nem a origem dos erros e da incompreensão.

Quando comecei a formar um olhar panorâmico sobre o ensino de Física tradicional, percebi que há pouco espaço para uma reflexão mais profunda sobre a própria prática. Em geral, os professores não são treinados para identificar os elementos da realidade na qual se inserem nem para refletir sobre a imagem que fazem do mundo, sobre as necessidades específicas de seus alunos, sobre os meios de comunicação de que dispõem, sobre as estratégias e objetivos compartilhados etc. São poucas as escolas em que os professores formam grupos de discussão e analisam sua estrutura curricular numa dimensão que vá

além da reorganização dos conteúdos curriculares tradicionais. Na maioria dos casos, estão à margem desse processo, o que acarreta uma desestruturação de suas habilidades profissionais (FIEDLER-FERRARA & MATTOS, 2004).

Na cadência do jogo escolar, passei a perceber como nossa atividade muitas vezes se reduz à reprodução dos conteúdos, normalmente estabelecidos pelo livro didático, de forma pouco refletida, vertical e não dialógica.

Tampouco a instituição escolar é consciente dessas limitações, uma vez que ela não define objetivos para além da atividade mecânica de transmissão passiva de conteúdos, nem estabelece mecanismos de medição adequados para avaliar o desenvolvimento dos seus alunos, principalmente porque as avaliações têm mais a função de enquadrar o aluno num ideal de “aluno médio” (DIB, 2002) do que acompanhar seu desenvolvimento. Nesse quadro, qualquer corrente de pensamento que reflita sobre aprendizagem é incorporada como técnica prescritiva, gerando séries de procedimentos que mais oneram professores e alunos, do que lhes permite elaborar uma reflexão sobre sua prática.

Os alunos, por sua vez, são depositários passivos do conteúdo e não participam da construção do conhecimento ali produzido. A sala de aula revela-se um lugar a-histórico, atemporal, deslocado da sociedade e do mundo que a cercam. Acredito que a reprodução dessa lógica social instaura um espaço ilusório e necessário para a que se legitimem relações de controle e dominação social.

Essa forma de alienação se manifesta em diversos níveis da atividade escolar, desde a relação como indivíduo com o objeto de conhecimento, ou da relação mediadora entre professor e aluno até as dimensões institucionais e culturais que demarcam os compromissos sociais sobre os propósitos da educação. Em todos esses níveis, negociações simbólicas de natureza produzidas pelos sujeitos envolvidos nas atividades educacionais vão delimitar nossos horizontes de visão e significação.

Em seu texto sobre os saberes necessários para uma educação do futuro, Morin (2000) discute associação entre o determinismo de modelos explicativos e o determinismo de convicções e crenças, dominantes numa sociedade, que acabam impondo a todos e a cada um uma força imperativa que traz a evidência aos convencidos e suscita um medo inibidor nos outros. As doutrinas reinantes de verdades estabelecidas determinam estereótipos cognitivos: “ideias recebidas sem exame, as crenças estúpidas e não contestadas, os absurdos triunfantes, a rejeição da evidência em nome da evidência”

(MORIN, 2000, p.27), que favorecem conformismos cognitivos e culturais. Para ele, essas formas inibidoras são fontes profundas da incompreensão humana e estão encerradas no seio de nossos melhores meios de conhecimento. Por isso, tomar conhecimento dessa forma de aprisionamento é uma das tarefas vitais para a educação.

“Todo conhecimento comporta o risco do erro e da ilusão. A educação do futuro deve enfrentar o problema de dupla face do erro e da ilusão. O maior erro seria subestimar o erro; a maior ilusão seria subestimar o problema da ilusão. O reconhecimento do erro e da ilusão é ainda mais difícil, porque o erro e a ilusão não se reconhecem, em absoluto, como tais.” (MORIN, 2000, p.19).

Ou seja, tomar consciência dos processos que conduzem ao erro ou à ilusão não nos assegura ver-nos livres deles, pois isso constitui uma condição humana, no entanto abre possibilidades para percebermos essa condição criticamente e transformá-la de alguma maneira.

CAPÍTULO 2

“Esqueci a palavra que pretendia dizer e, meu pensamento, privado de sua substância, volta ao reino das sombras.” (VIGOTSKY, 2005, p. 149).

Neste capítulo, vamos desenvolver o conceito de lacuna e sua relação com a mágica e o ensino-aprendizagem de ciências. Vamos, então, começar elaborando o problema da mediação. Abordaremos o problema em diversos níveis, desde um plano biológico até o plano social, para compreender certas determinações do processo de conhecimento humano. Acreditamos que a produção de uma consciência dessas formas de determinação amplie nossa capacidade de interferir nos processos educativos.

Para dar conta das dimensões biológicas e sociais do fenômeno, vamos apoiar-nos nos planos genéticos de Vigotsky (WERTSCH, 1985). que se definem nas dimensões: filogenética (espécie humana), ontogenética (indivíduo da espécie humana), sociogenética (indivíduo da sociedade humana) e microgenética (singularidade do indivíduo). Sua concepção sociointeracionista mostra que o funcionamento psíquico do homem não está pronto, já estabelecido pela sua estrutura biológica, nem é exclusivamente impresso no homem pelo seu meio.

Em linhas gerais, a dimensão filogenética mostra como a história da espécie humana estabelece limites e possibilidades do funcionamento psíquico do homem. Por sermos bípedes, podermos segurar objetos com o polegar, termos postura ereta, visão binocular, podemos estabelecer certos tipos específicos de interação com o mundo que marcam nosso funcionamento psicológico.

Nossa dimensão ontogenética, relaciona-se às sequências e ritmos de desenvolvimento de um indivíduo da espécie humana, por exemplo, aprender a ficar em pé, aprender a falar, atingir a maturação sexual, são marcas específicas do homem e definem suas possibilidades de desenvolvimento.

A dimensão sociogenética diz respeito a como a história e a cultura de cada sociedade humana interferem no desenvolvimento psicológico de seus indivíduos. A cultura amplia as potencialidades humanas na medida em que, por ela, o homem toma consciência de suas limitações e desenvolve ferramentas para superá-las. Por exemplo, nossa dimensão biológica não nos permite ver raios infravermelhos, mas podemos desenvolver dispositivos

que os captam e decodificam, habilitando-nos a vê-los. Outro aspecto dessa dimensão é que cada cultura organiza nosso desenvolvimento de uma maneira específica, modulando nosso comportamento. Por exemplo, a puberdade é um fenômeno biológico de maturação sexual, mas a forma como cada sociedade lida com esse processo é bem diferente no espaço e no tempo.

Finalmente, a dimensão microgenética aborda a especificidade, a particularidade da história de vida de cada indivíduo. Os caminhos que cada indivíduo percorreu e seu ponto de vista particular no mundo lhe conferem uma singularidade. Ninguém tem uma história igual à do outro: duas crianças do mesmo sexo, de uma mesma família, na mesma sala de aula, processam as informações do mundo de formas completamente diferentes. Apesar das semelhanças, elas tiveram experiências de mundo próprias que as definem.

Com base nessas dimensões, vamos refletir sobre o processo de apropriação da linguagem humana e seu papel organizador e sistematizador de nossa experiência de realidade. Para Vigotsky (2001), a palavra, como fenômeno simultâneo do pensamento e da fala, é o sistema mais eficiente de representação simbólica da realidade e compartilhamento entre os homens dessas representações, por meio de conceitos. Ou seja, para compreender a realidade, o homem se apropria de significados de seu meio social e, por meio deles, imprime ao meio o caráter de um todo ordenado e significativo. Tal ordenação, estabelecida e modulada pela linguagem, permite-lhe tanto imprimir coerência ao mundo que nos cerca como subverter essa coerência e fundar novas possibilidades de mundo, transformando-o.

As palavras, como construções culturais internalizadas pelos indivíduos em seu desenvolvimento, transformam-se em material simbólico de mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento, entre os sujeitos que negociam os sentidos do objeto, constituindo-se, portanto, uma ferramenta de intervenção no mundo. Os signos criados nas interações humanas mediadas pela linguagem são detonadores de transfigurações do mundo e subvertem os enquadramentos aceitos como normais. Nessa perspectiva, as formas de relação social, os meios e modos de produção e os produtos resultantes dessas interações afetam organicamente – corporal e cerebralmente – os homens e constituem o funcionamento mental – modos de sentir, pensar, agir, conhecer – sempre em transformação. As relações sociais internalizadas são a base do desenvolvimento humano e a atividade mental é função da relação com o outro. É nesse sentido que podemos dizer que o conhecimento do mundo e de si mesmo passa, necessariamente, pelo outro e que, em

última instância, o desenvolvimento e a aprendizagem humana são, por natureza, funções sociais.

O que Vigotsky nos mostra é que, desde que nascemos, estamos envolvidos por um mundo eminente social que nos constrói por meio da mediação simbólica. Esse processo de internalização de relações reais entre homens em sociedade é que define a transformação de sujeitos biológicos em sujeitos humanos. Assim, o homem é apresentado como um constructo cultural, um agregado de relações sociais internalizadas, tal como representado pelo pintor Giorgio de Chirico.

Figura 4 - Quadro intitulado The Archaeologist (1961), do pintor surrealista Giorgio de Chirico.
(<http://www.fondazionechirico.org/en/1960-70>).

É em relação a essa internalização de construções culturais que dotam o mundo de sentido compartilhado, que vamos definir a o conceito de lacuna. Em nosso pressuposto, a lacuna é a perda de mediações que se instaura pelo não compartilhamento de significados entre os interlocutores numa interação comunicativa. Sem se apropriar das mediações, os interlocutores não formam, ou formam de maneira incompleta, uma representação comum dos significados em jogo na interação, criando-se entraves à evolução dinâmica desses significados necessária ao estabelecimento de intersubjetividade. Mesmo que haja uma aparente equivalência entre os conceitos de cada interlocutor, o que pode sugerir uma

concordância e convergência entre eles, essa correspondência se estabelece na superfície linguística dos falantes, no entanto eles habitam mundos diferentes, pois a compreensão parece ser baseada no estabelecimento de correspondência entre o significado do falante e do ouvinte, justamente aí está dada uma fonte de lacunas.

Privado de palavras e significados comuns, cada interlocutor permanece em seu mundo de sombras, com uma percepção difusa e incompleta do pensamento outro, dos objetos, eventos e situações que asseguram uma representação compartilhada de mundo.

2.1 O problema da lacuna e da mediação no materialismo dialético.

Para relacionar o problema da lacuna ao problema da mediação, é importante esclarecer, antes de tudo, que o conceito de lacuna pode sugerir a ideia de um falso pensamento, de um erro, de uma forma de ilusão que mascara a realidade. Segundo Lefebvre (1991), essa concepção se inscreve na tradição do pensamento racionalista dualista, que opõe ilusão e realidade da mesma forma que opõe falso e verdadeiro, sujeito e objeto.

Definida sobre essa oposição, a interpretação da lógica formal elimina o conteúdo objetivo, histórico, prático e social do conhecimento humano, e fixa formas abstratas e desconectadas de pensamento que constituem uma metafísica. Para Lefebvre, o problema do conhecimento está em se compreender a inter-relação dessas formas separadas pela metafísica:

“Por isso, toda teoria do conhecimento que admite um devir, uma história, um progresso da ciência (uma passagem da ignorância ao conhecimento, ou seja, *de verdades menores* a verdades mais profundas, por meio de erros parciais e momentâneos) é rigorosamente incompatível com a metafísica.” (LEFEBVRE, 1991, p.92).

Ele propõe que essa oposição estéril entre verdadeiro e falso seja pensada numa interação dialética, que as apresenta como formas mais flexíveis que se convertem uma na outra, transformando-se, porque são sempre parciais e aproximativas e dependem de nossa interação com o mundo.

“O *relativismo* dialético admite a relatividade de nossos conhecimentos, não no sentido de uma negação da verdade objetiva, mas no sentido de uma perpétua *superação* dos limites do nosso conhecimento.” (LEFEBVRE, 1991, p.98).

Pensada como forma histórica, como prática humana, a noção de verdade objetiva não deve ser entendida como uma realidade absoluta e definitiva que se apresenta ao homem em camadas cada vez mais profundas (a coisa em si da metafísica), mas como uma forma possível de conhecimento do real, mais ou menos complexa e estruturada, que por sua dependência social e histórica, se estabelece dentro de certos limites de validade determinados pelas práticas humanas que definem as formas de produção de uma sociedade. A base dessa concepção dialética (da gnosiologia marxista) é a prática humana transformadora do mundo e de nossas representações do mundo num contínuo devir.

Assim, o problema da oposição entre o verdadeiro e o falso se desloca para o problema da mediação e da oposição entre o pensamento mediato e imediato. Podemos chamar de imediato todo conhecimento que não é obtido por meio de um processo, de etapas intermediárias em que se articulem e se explicitem dados sensíveis, critério lógicos, julgamentos de valor etc. A produção das etapas intermediárias constitui o problema central do conhecimento que não deve ater-se à apreensão primeira das coisas, mas deve buscar uma contínua superação dessas formas primeiras pela elaboração de novas formas de percepção.

“A impressão sensível (a sensação) é conhecimento apenas enquanto é uma ausência de conhecimento; ausência pressentida ou sentida como uma necessidade de ir adiante no conhecimento. Indica a coisa a conhecer e não aquilo que a coisa é. Aponta para o ‘ser’ em geral de cada coisa, para a sua existência no mais vago sentido.” (LEFEBVRE, 1991, p.105).

Em alusão à distinção entre o olhar e o ver, que estabelecemos na discussão introdutória sobre Galileu, podemos definir o olhar, a sensação, como a interação imediata (bruta, estabelecida por poucas mediações). Já a percepção, o ver, que resulta de uma atividade prática e de um trabalho de entendimento, que busca superar as sensações, unificá-las racionalmente, que lhe acrescenta recordações e a contextualiza, é um conhecimento mediato. O pensamento mediato abrange novas relações que permitem compreender a aparência imediata num quadro mais amplo e livre de pensamento. Vygotsky ilustra esse argumento quando trata da aprendizagem de conceitos científicos:

“(...) o domínio da álgebra eleva ao nível superior o pensamento matemático, permitindo entender qualquer operação matemática como caso particular da operação de álgebra, facultando uma visão mais livre, mais abstrata e generalizada e, assim, mais profunda e rica das operações com números concretos. Como a álgebra liberta o pensamento da criança

da prisão das dependências numéricas concretas e o eleva a um nível de pensamento generalizado.” (VIGOTSKY, 2001, p.267).

Um pensamento mediato adquirido e assimilado não só aumenta o quadro de relações entre os fenômenos elaborados pelo pensamento, mas torna-se, também, um meio de adquirir novos conhecimentos e explorar novas relações. As mediações ampliam nossa tomada de consciência, e cada nova situação, cada mediação construída apresenta-se imediatamente ao nosso pensamento, convertendo-se em novo imediato, só que mais complexo.

“A mediação não é simplesmente destruída ao ser negada desse modo. O novo imediato não é mais o imediato simples, indiferenciado, do início; ele o enriquece, o desenvolve, e só é obtido num nível superior e singularmente aprofundado. Basta pensar no que representam, para um linguista que conhece famílias inteiras de línguas, as formas gramaticais de sua língua natal; ou a simples visão de um rosto humano para um grande romancista.” (LEFEBVRE, 1991, p.107).

Isso nos coloca o problema de que o conhecimento do real implica a superação do imediato, não no sentido de eliminá-lo, mas de compreendê-lo num quadro mais amplo e sistemático de relações, que por sua vez estabelecem outro patamar mais complexo de relação como o mundo, em que o mediato pode tornar-se novamente imediato.

Esse processo será ativado toda vez em que, por alguma razão, o sujeito tome consciência de que o quadro de relações imediatas, como explicação do mundo, se sustenta apenas dentro de certos limites, e parte em busca de relações mais abrangentes. Sem a consciência da lacuna, o sujeito pode assumir o estado de elaboração de suas mediações como absoluto, ou seja, uma forma estabilizada, mas cristalizada, de pensamento. Como forma cristalizada, não possibilita ao sujeito ultrapassar os limites de uma prática igualmente cristalizada, nem perceber outras perspectivas do real. Por isso, lacuna e mediação são duas faces do processo contínuo de produção de conhecimento em níveis cada vez mais amplos e complexos.

Por enquanto, a lacuna pode aqui ser definida como uma forma de representação de mundo imediatizada que se fixou no pensamento porque estabiliza o mundo e não entra em conflito com nossas expectativas dele.

2.2 A lacuna e problema epistemológico da aparência imediata.

Estabelecemos acima que um pensamento seja lacunar, não por ser falso ou errado, mas por estar aprisionado a uma forma imediatizada e possível de significação do mundo. Essa forma pouco mediada marca também um momento necessário do processo do conhecer e esse momento pode ser superado por meio da elaboração de novas mediações que constituem o processo de tomada de consciência.

A consciência é entendida aqui, na perspectiva vigotskiana, como uma experiência de constituída de muitas experiências, ou seja, como experiência humana condensada e internalizada e em contínua transformação. Ela é semioticamente estruturada, ou melhor, semanticamente estruturada, na medida em que se funda em mecanismos de significação, categorias e conceitos, que apreendem e representam o real.

A passagem dessas estruturas imediatizadas para estruturas mediadas nos traz o problema filosófico da aparência e da essência, no sentido de que, superar o imediato é superar a aparência primeira dos fenômenos do mundo que se revela ao pensamento. A superação só é possível se há a convicção de que, por trás do imediato, há outra coisa que, ao mesmo tempo, se dissimula e se expressa nesse imediato. Assim, o imediato constitui-se e define-se apenas na constatação da existência de algo mais essencial que se pode atingir.

Na tradição filosófica do materialismo dialético, aparência e essência não constituem uma oposição formal, mas formas contraditórias do movimento do real e do pensamento. A aparência é compreendida como parte da essência, um momento de sua manifestação.

“A aparência e o fenômeno são, simultaneamente, um *momento da essência* (a essência em uma de suas determinações, em uma de suas relações) e um *momento da reflexão*. A essência aparece na ‘aparência’; e é aí que nossa reflexão a busca e a encontra.” (LEFEBVRE, 1991, p.217).

O que o materialismo dialético propõe é que podemos atingir a essência a partir dos fenômenos. A essência é entendida como uma corrente mais profunda no fluxo das aparências e dos fenômenos e determinante delas. Elas são formas unidas e contraditórias, que se convertem uma na outra, a cada novo contexto de relações descoberto, demarcando momentos de nosso conhecimento como graus diferentes de aprofundamento do conhecimento.

“Essência e aparência, coisa e fenômeno, desse modo, convertem-se incessantemente um no outro; e isso ocorre na realidade, no pensamento e, finalmente, na prática, que sempre atinge novas ‘coisas em si’ e as obriga manifestarem-se ‘para nós’.” (LEFEBVRE, 1991, p.219).

Segundo essa corrente de pensamento, toda essência para *ser* precisa *aparecer*, e a aparência, a manifestação, é a forma pela qual a essência se realiza. O fenômeno não faz apenas parte da essência, mas também a revela.

A ideia de que a aparência é um momento constitutivo da essência é vital para que compreendamos, no materialismo dialético, os conceitos de ideologia, alienação, ilusão e falsa consciência. Para Marx, por exemplo, essas são formas de perda de mediação necessárias à produção e reprodução de relações sociais reais. Em sua análise econômica, refere-se às formas salário, preço e lucro, como formas aparentes, manifestações das relações concretas da sociedade capitalista que mascaram processos sociais complexos como: o valor da força de trabalho e trabalho excedente que aparecem sob a forma do salário; o valor das mercadorias e a quantidade de trabalho necessário para produzi-las, que aparecem sob a forma do preço; e, finalmente, a apropriação privada do trabalho excedente, ou seja, a mais-valia, que aparece sob a forma do lucro.

Essas formas ilusórias e reais engendram o que Marx chama de falsa consciência porque se apresentam como forma acabada da totalidade das relações sociais, quando, na verdade, são um fragmento provisório dessas relações. Salário, preço e lucro aparecem como manifestações naturais e eternas das relações fortuitas entre indivíduos, mas, na verdade são formas determinadas pela produção da vida social e pelo conflito de classes.

Para ilustrar melhor, falemos brevemente da forma preço. É conhecida a afirmação da economia clássica de que o valor de uma mercadoria é determinado pela lei da oferta e da procura, e o preço é sua expressão em dinheiro. Segundo essa lei, uma mercadoria muito procurada terá naturalmente seu preço elevado no mercado, ou seja, a água pode valer mais que diamantes no deserto, uma vez que ali se torna um artigo escasso e desejado.

A crítica marxista propõe mostrar que a lei da oferta e da procura é a forma aparente que pode explicar porque o preço de uma mercadoria oscila acima ou abaixo de seu valor, mas não explica o valor da mercadoria. Para entendermos o valor, é preciso compreender o tempo de trabalho social invertido na produção de uma mercadoria e essa compreensão expõe o conflito entre o capital e o trabalho na sociedade capitalista por revelar a

quantidade de valor gerada pelo trabalhador. Por isso, a forma preço, como forma imediata e aparente das relações capitalistas, é uma forma ideológica pois assegura a reprodução dessas relações, uma vez que desconecta o trabalho produtivo de seus produtos, não permitindo ao trabalhador perceber quanto do trabalho gerado por ele lhe pertence e quanto pertence ao capitalista, que comprou seu trabalho produtivo por um valor fixo e, no processo produtivo, o faz gerar uma quantidade de valor muito maior. Portanto, a forma preço, em sua materialidade aparente, é verdadeira por sua manifestação na esfera do mercado na qual se estabelecem relações objetivas e concretas entre os sujeitos e falsas por ocultar a dimensão da produção (MARX & ENGELS, 1977).

A superação dessas formas aparentes de relação social, segundo a crítica marxista, só é atingida quando tomamos consciência da aparência enquanto tal, quando negamos essa aparência, quando a negamos enquanto negação da essência e regressamos, por meio da reflexão, às profundidades complexas da essência. O superado é o mediatizado, algo que perdeu sua aparência imediata e que não foi destruído, mas conservado como forma de mediação, por isso mesmo, aprofundada e liberada de suas limitações iniciais, mais real que no início.

Figura 5 - Quadro intitulado *La condition humaine*, de René Magritte. (PORCZYNER, 1977).

O pintor surrealista René Magritte, em sua obra *La condition humaine* (A condição humana) sintetiza nossa discussão. Em primeiro lugar, o quadro retrata outro quadro, a pintura de uma pintura de uma paisagem. O jogo predileto dos surrealistas é questionar a

arbitrariedade de nossos símbolos, subvertendo-a. Ao contrapor o real e sua representação, a paisagem representada na tela de um cavalete posicionado em frente a uma janela confunde-se com a paisagem fora da janela. Isso cria a ilusão de continuidade entre o real e o representado que quase nos faz esquecer que as duas imagens não são a mesma coisa. Pintada com realismo, a tela aparece e desaparece nessa fusão entre símbolo icônico e realidade, aparência e essência.

Apesar da aparente identidade, as pernas do cavalete nos lembram de que estamos olhando para uma paisagem retratada e não sabemos como é paisagem que se oculta atrás do cavalete. E, se formos mais longe, a natureza atrás da tela e a retratada na tela, são ambas uma pintura. Eis nossa condição, a condição humana de representar e, por meio de nossas representações, acessar o mundo. Toda representação humana do real, porque é expressão de um momento da e manifestação do real em sua aparência, carrega a dupla condição de revelar e de ocultar. A ciência com seus modelos explicativos ou a arte com sua iconografia carregam a marca dessa condição. Nas palavras de Bachelard:

“O conhecimento científico é sempre a reforma de uma ilusão.”

(BACHELARD, 2008, p.14).

2.3 A lacuna e o papel da imaginação como criação de realidades nos jogos humanos.

A ideia de oposição entre verdade e ilusão está ancorada na tradição racionalista de pensamento que exclui a dimensão dos desejos, da imaginação do conhecimento. Tudo o que carece de racionalidade e de valor prático ocupa a esfera do falso. Walter Benjamin (2002) está entre os autores que questionam a delimitação de fronteiras entre ilusão e realidade, entre ilusão e verdade, paixão e razão. Em sua reflexão sobre o brinquedo e o jogo busca superar essa divisão, recuperando a ilusão como instância criadora do real. Ele resgata a dimensão do desejo e da paixão para mostrar o trabalho imaginativo de subverter a ordem estabelecida, a visão única das coisas e criar outras possibilidades de apreensão das coisas do mundo e da vida.

A forma mais radical dessa ideia aparece no pensamento de Nietzsche que critica profundamente a lógica racional como única instância doadora da verdade e o faz em nome da arte trágica e do saber que existe na tragédia, na arte e em todas as formas de ilusão.

Para ele, a verdade não tem mais valor que o erro e a ilusão, desde que estes também sirvam à expansão da vida e, assim, apresenta a ciência como dependente desse impulso vital.

“Prelúdios da Ciência: Então vocês acham que as ciências teriam surgido e progredido, se os feiticeiros, alquimistas, astrólogos e bruxas não as tivessem precedido, como aqueles que tinham antes de criar, com suas promessas e miragens, sede, fome e gosto por potências escondidas e proibidas? Não vêem que foi preciso prometer infinitamente mais do que o que era possível realizar, para que algo se realizasse no âmbito do conhecimento?” (NIETZSCHE, 2002, p.203).

Ligando a ilusão ao impulso expansivo da vida, fundamenta o conceito de realidade em qualquer relação humana que invente mundos possíveis para a afirmação desse impulso criador. Toda nossa percepção de realidade é mediada por ele.

“Origem do conhecimento: Durante enormes intervalos de tempo, o intelecto nada produziu senão erros; alguns deles se revelaram úteis e ajudaram a conservar a espécie: quem com eles deparou, ou os recebeu como herança, foi mais feliz na luta por si e por sua prole. Esses equivocados artigos de fé, que foram continuamente herdados, até se tornarem quase patrimônio fundamental da espécie humana, são os seguintes, por exemplo; que existem coisas duráveis, que existem coisas iguais, matérias, corpos, que uma coisa é aquilo que parece; que nosso querer é livre, que o bom para mim é o bom para si.” (NIETZSCHE, 2002, p.137).

O conhecimento humano se funda na aparência criadora de vida. A busca da verdade para o conhecimento aparece como o elo mais frágil e débil dessa potência criadora. Assim ele se refere aos defensores da verdade:

“(…) Somente muito depois surgiram os negadores e questionadores de tais proposições – somente muito depois apareceu a verdade, como a mais fraca forma de conhecimento. Parecia que não éramos capazes de viver com ela, que nosso organismo estava ajustado para o oposto dela; todas as suas funções mais elevadas, as percepções dos sentidos e todo o tipo de sensação trabalhavam com aqueles erros fundamentais, há muito incorporados. Mais ainda: essas proposições tornaram-se, mesmo no interior do conhecimento, as normas segundo as quais se media o que era ‘verdadeiro’ e ‘falso’ – até nas mais remotas regiões da pura lógica. Portanto a força do conhecimento não está no seu grau de verdade, mas na sua antiguidade, no seu grau de incorporação, em seu caráter de condição para a vida.” (NIETZSCHE, 2002, p.137).

O nosso organismo não está ajustado para a verdade, a verdade é uma busca dialética do conhecimento que depende profundamente da ilusão. Em seu limite, é a

afirmação da liberdade humana de doar sentido à vida, uma vez que o homem é o único animal expulso da natureza, que precisa inventar seu lugar nela, pois não o encontra naturalmente. Ele tem consciência do absurdo e da falta de sentido da vida e, por isso, precisa inventá-la.

O psicólogo marxista Erich Fromm desenvolve essa ideia autoconsciência ao elaborar a metáfora da expulsão do paraíso (FROMM, 1961). Para ele o homem é o único animal que pode sentir-se expulso do paraíso e que considera sua existência um problema que precisa ser resolvido, não basta repetir o modelo de sua espécie, ou seja, não existe um estado pré-humano de harmonia com a natureza ao qual possa regressar.

“O paraíso bíblico expressa essa situação com perfeita clareza. O homem que vive no Jardim do Éden, em completa harmonia com a natureza mas sem autoconsciência, inicia sua história pelo primeiro ato de liberdade, pela desobediência ao comando. Concomitantemente, adquire a consciência de si mesmo, de sua separação, de seu desamparo; é expulso do paraíso e dois anjos com espadas de fogo o impedem de regressar.” (FROMM, 1961, p. 37).

O caminho da humanidade, portanto, é a livre invenção de si mesma, a invenção de mundos possíveis. Sua evolução se baseia no fato de haver deixado sua pátria original e não poder jamais voltar a ser animal. Seu único caminho é emergir completamente de sua pátria e encontrar sua nova pátria, criada por ele ao tornar o mundo humano e ao tornar-se humano.

Essa marca humana de liberdade criadora de realidades e de mundos possíveis, fundada por regras compartilhadas e representações de mundo provisórias, nos remete ao papel dos jogos nas atividades humanas, o jogo como recriação do real e espaço do ilusório. Aliás, a palavra ilusão tem na raiz a palavra ludos: jogo, divertimento, distração: (de *illusio*, *onis*, do v. *illudere*) ‘ação de: divertir-se, recrear-se, brincar com’; ela nos remete ao vínculo entre ilusão e vida (HOUAISS, 2001).

Ao estudar a brincadeira entre animais, por exemplo, a biologia nos fornece uma explicação muito interessante: o animal que brinca tem mais chances de sobreviver (DAWKINS, 1998), em cada brincadeira que ele inventa, simula situações que enfrentará na vida adulta: um gato que persegue um barbante, ao mesmo tempo em que parece extrair um genuíno prazer da brincadeira, está adquirindo coordenação motora, fortalecendo os músculos e articulações, refinando o olhar de predador, calculando trajetórias possíveis de

sua presa imaginária. Quando adulto, ele terá mais chances de caçar seus camundongos para conseguir alimento. Trata-se de uma brincadeira para a e pela sobrevivência. Em suma, quem brinca vive melhor, e isso vale de forma mais poderosa também para os seres humanos.

A sociologia do brinquedo e dos jogos infantis, nos trabalhos de Vigotsky (2007) e Walter Benjamim (2002), revela a riqueza de situações interativas e de simulação do mundo adulto nas quais as crianças conseguem realizar o irrealizável (desejos que não podem ser imediatamente satisfeitos): brincar de ser mãe, de dirigir um carro, de voar.

“No início da idade pré-escolar, quando surgem os desejos que não podem ser imediatamente satisfeitos ou esquecidos, e permanece ainda a característica do estágio precedente de uma tendência para a satisfação imediata desses desejos, o comportamento da criança muda. Para resolver essa tensão, a criança em idade pré-escolar envolve-se num mundo ilusório e imaginário em que os desejos não realizáveis podem ser realizados, e esse mundo é o que chamamos brinquedo.” (VIGOTSTKY, 2007, p. 108).

Para Vigotsky, a imaginação como processo psicológico novo para a criança é uma das primeiras formas de atividade humana consciente que será definidora da experiência de socialização da criança a partir de suas primeiras elaborações. Isso, porque a situação imaginária de qualquer forma de brinquedo contém acordos definidores de sentido e regras comportamentais. Benjamim (2002) se refere ao brincar como não só um “fazer como se”, mas um “fazer sempre de novo”, uma repetição que tem uma função emocional estabilizadora.

Eles nos mostram que os jogos humanos, mais do que propiciar a vivência de situações adultas, propiciam o compartilhamento de significados, a internalização de regras e o estabelecimento de intersubjetividade. Quando um grupo de crianças assume as regras de um jogo, elas se entregam emocionalmente e se submetem às condições do grupo, defendem o grupo e alternam-se na manutenção de suas regras, simulam relacionamento e desenvolvem a comunicação visando à manutenção da realidade criada pelo jogo. Agora, são as regras compartilhadas que definem os objetos do mundo, não mais os objetos do mundo apenas.

Um pedaço de pau se transforma num cavalo, que deve transportar as pessoas, mas precisa comer e descansar também. Se alguém infringe a regra do descanso e resolve

montar no animal fora de hora, o grupo reage, cria justificativa, atualiza suas regras, redireciona seus desejos e negocia as regras.

“A criação de uma situação imaginária não é algo fortuito na vida da criança; pelo contrário, é a primeira manifestação da emancipação da criança em relação às restrições situacionais. O primeiro paradoxo contido no brinquedo é que a criança opera com um significado alienado numa situação real. O segundo é que, no brinquedo, a criança segue o caminho do menor esforço – ela faz o que mais gosta de fazer, por que o brinquedo está unido ao prazer – e, ao mesmo tempo, aprende a seguir os caminhos mais difíceis, subordinando-se a regras e, por conseguinte, renunciando ao que ela quer, uma vez que a sujeição a regras e a renúncia à ação impulsiva constitui o caminho para o prazer no brinquedo.” (VIGOTSKY, 2007, p. 118).

Assim, o atributo essencial do brinquedo é que uma regra se torna um desejo, um forte impulso que estabelece mundos alternativos possíveis e por ele a criança expande os limites de sua vivência, em outras palavras, o brinquedo cria uma zona de desenvolvimento proximal para a criança na qual ela experimenta vivências mais desenvolvidas e condensadas.

Trata-se de uma vivência poderosa que nos define como espécie humana capazes de transformar a realidade e estabelecer acordos coletivos profundos (ação real e moralidade) em torno de seu significado. Pensemos no poder de qualquer atividade humana quando as pessoas internalizam seus valores e regras, assumindo-os em sua prática social.

O que Vigostky propõe é que, nos seres humanos, a percepção dos objetos do mundo não seja apenas a percepção de cores e formas na sua externalidade e materialidade, ela é a percepção de significados que, por sua vez, dependem dos acordos, valores e desejos dos sujeitos em interação.

Para mostrar como desejos e valores modificam o significado das coisas, Bruner (1998) cita um trecho de uma conversa entre Bohr e Heisenberg quando visitaram a passeio o castelo de Kronberg na Dinamarca:

“Não é estranho como este castelo muda assim que se imagina que Hamlet viveu aqui. Como cientistas, acreditamos que um castelo consiste apenas em pedras e admiramos a maneira com que o arquiteto as uniu. A pedra, o telhado verde com sua pátina, os entalhes de madeira na igreja constituem o castelo inteiro. Nada disso deveria ser mudado pelo fato de Hamlet ter vivido aqui, no entanto, ele se modifica completamente. Subitamente, as paredes e as muralhas falam uma língua diferente. O pátio se transforma em um mundo inteiro, um canto escuro nos lembra da escuridão da alma humana.” (BRUNER, 1998, P.48).

Bruner, ao desenvolver essa ideia vigotskiana, tem interesse em mostrar, como podemos experimentar como reais, os produtos da mente criados por nós, e como conseguimos construí-los no *corpus* de uma cultura como ciência, literatura etc. Bruner valoriza mais esses processos de criação mundos do que a busca por estabelecer o *status* ontológico e os critérios de verdade desse processo.

“Porque minha convicção ontológica central é a de que não há realidade ‘primitiva’ contra a qual se possa comparar um mundo possível a fim de se estabelecer alguma forma de correspondência entre esse mundo e o real.” (BRUNER, 1998, p.49).

Assim, podemos entender as regras e acordos humanos como possibilidades de mundo e toda atividade humana como fundadora de realidades e de mundos possíveis.

“O Mundo do *Paraíso Perdido* de Milton e o mundo dos *Principia* de Newton existem não apenas na mente dos homens; cada um tem uma existência em um ‘mundo objetivo’ de cultura – que o filósofo Karl Popper chama de Mundo Três. Ambos são, no sentido da moderna lógica modal, coleções de mundo possíveis. Nenhum ameaça o outro com falsificação; nenhum é derivável do outro a não ser em termos de herança remota. (...) Na nova e mais poderosa lógica modal, não perguntamos se uma proposição é verdadeira ou falsa, mas em que tipo de mundo possível ela seria verdadeira. Além do mais, ocorre que, se isso puder ser demonstrado como sendo verdadeiro em todos os mundos possíveis concebíveis, então esta é quase certamente uma verdade que se deriva da natureza da linguagem e não do mundo.” (BRUNER, 1998, P.48).

A linguagem humana, com seu poder de representação, é capaz de fundar mundos possíveis ancorados em práticas sociais determinadas. E a linguagem se aprende dentro dessas práticas sociais pela interação humana. Heisenberg, um dos pais da Física quântica, assim ressalta a importância da linguagem como interação social:

“Porque a fala, e com ela, indiretamente, o pensamento, é uma habilidade que, em contraste com todas as outras aptidões físicas, não se desenvolve nos indivíduos, mas entre os indivíduos. É com os outros que aprendemos a falar. A linguagem, por assim dizer, é uma rede aberta entre as pessoas, uma rede em que nossos pensamentos e conhecimentos estão inextricavelmente presos.” (HEISENBERG, 1996, p.163).

Por essas interações nos apropriamos das falas sociais e internalizamos práticas que modelam nossa forma de ser, habilitando nossas visões de mundo e valores. Por isso, a compreensão é uma forma de diálogo e requer uma orientação específica dos interlocutores

em relação à regras construídas em contextos enunciativos concretos. O enunciado é a forma de existência dos discursos nos quais essas negociações são estabelecidas. Proposições lógicas podem ser contraditórias, verdadeiras ou falsas, mas somente pessoas em relações reais podem discordar.

Em seu mundo de possibilidades, todo enunciado pretende ser verdadeiro, justo, belo, autêntico etc. Mas seu valor não é determinado pela realidade como *coisa em si* ou por um sistema abstrato de critérios lógicos, mas pela realidade como *coisa para nós*, fundada nas diversas formas de interação com a realidade e com nossos semelhantes.

“Na realidade, não são palavras o que pronunciamos ou escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis etc. A palavra está sempre carregada de um conteúdo ou 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, 1995, p.95).

Estar habilitado e tornar-se habilitado a ver depende da construção compartilhada de significados nas trocas dialógicas. Essa construção produz muitas formas de olhar, produz muitas representações de mundo, muitos paradigmas (incomensuráveis), pelos quais nós livremente podemos navegar. Finalizamos com as palavras do filósofo Wittgenstein em seu livro de investigações filosóficas:

“Os limites de minhas palavras denotam os limites de meu mundo”. (WITTGENSTEIN, 1997, p.111).

Com todo respeito a Wittgenstein, ampliaremos o sentido de sua frase dizendo: Os limites de meus enunciados, de minhas formas de falar (construídos nas diversas interações dialógicas que estabeleço com os outros na sociedade) determinam os limites de meu mundo, meu horizonte de visão. É com relação aos limites das construções enunciativas e das negociações de mundos possíveis que devemos pensar o conceito de lacuna.

2.4 Percepção e cognição: a dimensão biológica da lacuna.

A lacuna também está relacionada à perda de informação ou ao ruído, forma de distorção de informação, relacionadas a nossas capacidades perceptivas e cognitivas. Segundo Maturana e Varela (2010), tendemos a viver num mundo de certezas, de solidez perceptiva não contestada, em que nossas convicções são somente como as vemos. Somos

seres satisfeitos com a aparência e parece não haver necessidade de pensá-la como forma provisória ou incompleta do real. Ou nas palavras de Morin:

“O conhecimento não é um espelho das coisas ou do mundo externo. Todas as percepções são, ao mesmo tempo, traduções e reconstruções cerebrais com bases em estímulos ou sinais captados e codificados pelos sentidos. Daí resultam, sabemos bem, os inúmeros erros de percepção que nos vêm de nosso sentido mais confiável, o da visão. Ao erro de percepção acrescenta-se o erro intelectual. O conhecimento, sob a forma de palavra, de ideia, de teoria, é fruto de uma tradução/reconstrução por meio da linguagem e do pensamento e, por conseguinte, está sujeito ao erro.” (MORIN, 1999, p.20).

Para explorar as limitações dessa certeza, Maturama e Varela propõem que cessemos o hábito de cair em certezas e exploremos uma hierarquia de limitações perceptuais, cognitivas, intelectuais, de caráter biológico e social, que determinam a forma como percebemos e reconstruímos a realidade. Segundo eles, por causa de nossa herança biológica comum, temos os fundamentos de um mundo comum, e não nos parece estranho que para todos os seres humanos o céu seja azul e que o sol nasça a cada dia. Por outro lado, cada cultura humana sente experiências e interage de formas diferentes com o mundo, produzindo linguagens diferentes que são a base de toda diversidade de mundos criados. A consciência dessas diversas formas de mundo criadas é também a consciência de nossas limitações, de nossa condição lacunar e a abertura da possibilidade de conhecer a perspectiva do outro.

“(...) toda experiência cognitiva inclui aquele que conhece de um modo pessoal, enraizado em sua estrutura biológica, motivo pelo qual toda experiência de certeza é um fenômeno individual cego em relação ao ato cognitivo do outro, numa solidão que (como veremos) só é transcendida no mundo que criamos junto com ele.” (MATURAMA & VARELA, 2010, p.22).

Para que tomemos consciência de nossas limitações e da prisão da aparência, os autores propõem que exploremos os limites de nossa percepção pela reflexão e pela experiência dessas formas de lacuna.

Por exemplo, nossa capacidade de ver é muito limitada não só pelo nosso restrito campo visual, mas por que perdemos muita das informações que chegam até nós. Nossa percepção periférica está limitada a 180 graus, diferentemente de outros seres que podem ter até 270 graus. Isso determina uma condição de enquadramento e representação do mundo particular: apenas captamos o que acontece a nossa frente, mas somos seres que

lemos expressões faciais ao nos comunicar, que podemos direcionar o olhar do outro apenas com nosso olhar, transmitir conceitos e estado emocionais.

Figura 6 - Limites do campo visual humano e de cães.
<http://www.italointotem.wapnet.com.br/index.php?pg=vis%E3o>).

Além disso, o olho humano é uma estrutura que, em sua história evolutiva, surgiu para captar o tipo de radiação luminosa mais abundante neste planeta devido à atividade solar: a luz visível, com comprimentos de onda na faixa de 400nm a 700nm. Isso quer dizer que, de todas as formas de radiação eletromagnética: ondas de rádio, micro-ondas, luz infravermelha, raios X, raios gama etc., o olho humano só registra uma pequena parcela, ou seja, não vemos ondas de rádio, micro-ondas, raios x ou calor, infravermelho.

Figura 7 - Comparação de imagens captadas por luz visível e luz infravermelha.
<http://www.enjoyspace.com/en/editorial-cases/herschel-the-infrared-universe>).

Se pudéssemos captar radiação infravermelha com os olhos, veríamos o calor que produz nossos corpos quentes. Na foto acima, a radiação térmica do corpo do rapaz pode ser captada por uma câmera especial desenvolvida pela NASA para o estudo do interior de nebulosas, pois a radiação térmica não pode ser vista com instrumentos que captem a luz visível. Se captássemos outras faixas do espectro eletromagnético, veríamos o sinal que sai

de nossos aparelhos celulares ou das antenas de TV, as micro-ondas dos fornos, e a leitura imediata que fazemos do mundo seria muito diferente. Por isso, a imagem que fazemos do mundo é uma construção realizada a partir de um conjunto muito reduzido de sinais captados, dentre todos os sinais que chegam até nós, uma espécie de mundo mínimo. É somente por meio das ferramentas culturais que podemos transcender esse mundo mínimo e criar artefatos que sejam mediadores de nossa relação com a natureza, abrindo-nos a possibilidade de representá-la e interagir em outros níveis de complexidade.

Além de lidarmos com um mundo mínimo, adequado a nossa capacidade de processamento de estímulos, ele é sempre um mundo reconstruído. Podemos afirmar isso em muitos níveis diferentes de complexidade, desde um simples estímulo, até uma forma de pensamento mais elaborada.

Um experimento muito revelador dessa faceta, ligado a nossa estrutura biológica, demonstra como nossa percepção visual sofre essa reelaboração perceptiva num nível bem simples. Trata-se do experimento do ponto cego do olho. Antes de interpretar seus resultados, sugerimos que ele seja realizado por você.

Para realizar o experimento, você deve olhar para a bola vermelha, com o olho esquerdo aberto e o olho direito fechado. Você só deve ter a percepção periférica da estrela, pois seu olho deve fixar-se na bola. Mova o papel para frente e para trás até que a estrela desapareça como mostra a figura 8: as imagens deverão ficar iguais. Isso acontecerá, mais ou menos, a uma distância de quarenta centímetros de seu rosto. A estrela será recoberta de branco devido a uma maquiagem realizada pelo cérebro, a fim de que a imagem do mundo não fique descontínua, ou com uma mancha escura causada pela ausência de informação sensorial.

Figura 8 - Experimento do ponto cego.

Figura 9 – Como deve ser vista a ocultação de parte da imagem pela maquiagem óptica.

A experiência também pode ser feita com o olho direito aberto e o olho esquerdo fechado, dessa vez, olhando para estrela para perceber a desapareição da bola. Além do mais, ele pode ser realizado com quaisquer dos dois objetos de pequena proporção contra uma parede branca, ou com os polegares de cada mão, mantendo os braços estendidos. Eles irão desaparecer.

A explicação aceita para esse fenômeno é que, como órgão receptor da luz visível, o olho humano não é capaz de captar integralmente uma imagem por causa do ponto cego da retina. O ponto cego é o lugar de onde o nervo óptico sai do olho e recebe esse nome porque não existem, nessa região da retina, receptores sensoriais. Sem receptores nesse ponto, não há resposta à estimulação luminosa. Como não há estimulação, o cérebro fica com parte da imagem incompleta, o que implica a formação de uma mancha escura. Justo nessa região, ocorre uma “maquiagem” óptica que cobre a região vazia da imagem com as informações existentes ao redor do ponto cego. Ou seja, a cor branca ao redor da estrela é utilizada para tapar a imagem escura que haveria nessa região, e isso é feito sobrepondo a cor branca sobre a região de vazio informacional. Se houvesse texturas, linhas ou papel quadriculado, eles seriam usado para tapar o vazio e nos dar a sensação de continuidade. Talvez esse processo tenha sido resultado das pressões seletivas, pois espécies que não o realizavam seriam obrigadas a conviver com um ponto preto diante de seus olhos, resultado do vazio informacional, que atrapalharia sua visão.

“Nossa experiência visual corresponde a um espaço contínuo e, a menos que façamos engenhosas manipulações, não percebemos que de fato há uma descontinuidade que deveria aparecer. Nesse experimento do ponto cego, o fascinante é que **não vemos que não vemos.**” (MATURAMA & VARELA, 2010, p.22).

O que os autores procuram mostrar, em sua abordagem neurocientífica, é que cérebro humano não é uma simples tábua rasa em que se imprimem as imagens do mundo, pelo contrário, ele ativamente reconstrói as impressões interferindo nelas e alterando-as. Por isso, é difícil perceber uma lacuna de perda de informação, uma vez que nosso cérebro atua continuamente para a estabilização dessas situações de ruído e perda de informação.

O cérebro, num nível biológico adaptativo, ativamente reconstrói e altera os estímulos que recebemos do mundo que nos cerca. A experiência a seguir mostra outro aspecto dessa relação. A ilusão foi criada pelo professor Edward H. Adelson, do MIT e revela que nossa percepção da cor é independente da composição dos comprimentos de onda da luz refletida pelos objetos e que atingem nossa retina. A experiência da cor corresponde a uma configuração específica de estados de atividade no sistema nervoso.

Figura 10 - Ilusão de Adelson: os quadrados A e B tem a mesma cor, mas isso só pode ser percebido na imagem da direita, pois uma faixa de mesma cor interfere nos dois quadrados. (MCNAUGHTON, 2007, p.31).

O quadrado escuro A e o quadrado claro B têm a mesma cor, a mesma tonalidade. Um fotômetro registraria que a luz proveniente dos dois quadrados é igual. Nosso olho, no entanto, os vê como um quadrado claro e outro escuro, nitidamente contrastantes. O cérebro não determina as cores e tons, simplesmente detectando a luz, ele estabelece comparações com as imagens da vizinhança, percebe padrões e generaliza seus critérios de cor. Como o quadrado A está rodeado de quadrados brancos, ele passa a ser definido como quadrado escuro, por sua vez, o quadrado B, que está rodeado de quadrados escuros, passa a ser definido como claro. Com isso, as imagens dos quadrados A e B são interpretadas de forma coerente com o conjunto, para que a percepção do padrão de cores alternantes do tabuleiro esteja assegurada. Os estados de atividade neuronal deflagrados pela imagem

estão determinados em cada pessoa por sua estrutura individual, e não apenas pelas características intrínsecas do objeto.

“O que foi dito é válido para todas as dimensões da experiência visual (movimento, textura, forma etc.), bem como para qualquer outra modalidade perceptiva. Poderíamos falar de situações similares, que nos revelam, de um só golpe, que aquilo que tomávamos como uma simples captação de algo (tal como espaço ou cor) traz a marca indelével de nossa própria estrutura.” (MATURAMA & VARELA, 2010, p.27).

Esses experimentos nos mostram que nossa experiência da realidade está indissoluvelmente atrelada a nossa estrutura. Não vemos o “espaço” do mundo, vivemos nosso campo visual; não vemos “cores” refletidas por objetos, vivemos nossa relação cromática. Quando investigamos essas dimensões do processo de conhecer o real, percebemos que não podemos separar nossa história das ações biológicas e sociais a partir das quais o real aparece para nós.

Segundo Roth (2005), esses tipos de experimento mostram como é tênue a linha que demarca a separação entre sujeito e objeto, e que a natureza da mediação reconfigura nossa interação com o mundo e sua aparência para nós.

É importante lembrar sempre que o fenômeno do conhecer não é uma apreensão passiva do mundo, como se houvesse fatos ou objetos fora de nós, que simplesmente captamos e introduzimos na cabeça. A experiência de qualquer coisa exterior é validada de uma maneira particular pela estrutura humana, que torna possível essa “coisa” que surge na descrição.

“Todo ato de conhecer faz surgir um mundo.” (MATURAMA E VARELA, 2010, p.32).

É preciso esclarecer que esse “fazer surgir” não constitui uma experiência ilusória, no sentido de ser falsa, ou um erro que precise ser suprimido. Esse caráter ilusório é uma chave para compreender o fenômeno do conhecimento e não um obstáculo. Ele revela uma integração entre o social, o humano e suas raízes biológicas.

O que dissemos até agora pode indicar um modelo de cérebro como uma máquina dinâmica que computa informações do meio circundante e cria representações, virtualidades que auxiliam os seres a interagir com o mundo. Nossos limites perceptivos, na verdade, são soluções criativas e bem-sucedidas do longo processo de evolução dos

organismos pela propagação da vida. Essa capacidade se manifesta em diversas dimensões da luta pela sobrevivência. Por exemplo, na capacidade humana de olhar para nuvens, manchas, troncos de árvore retorcidos e reconhecer figuras de animais ou silhuetas humanas, uma brincadeira aliás, muito divertida. Talvez essa capacidade seja expressão da necessidade vital dos bebês, criaturas frágeis, de reconhecerem desde cedo as formas da mãe e comecem a interagir com ela. Reconhecer formas garante o sucesso dessa interação e define, ao mesmo tempo, seu desenvolvimento (DAWKINS, 2001). Ou seja, o cérebro do bebê está pronto para perceber o rosto da mãe, mas são os estímulos dados por ela, em inúmeras interações, táteis, gestuais, discursivas, que vão aprimorar esse reconhecimento, definindo melhor a forma, contornos e cores e, mais ainda, produzindo reações e sentimentos: choro, sorriso, medo, entre outras sensações que asseguram o desenvolvimento do bebê.

As interações aprimoram a capacidade de representar, relacionar e prever fenômenos do mundo. Na figura 11, é possível identificar, entre as manchas pretas, inúmeras formas cognoscíveis: dois ursos panda, um gato, um dragão, uma tartaruga etc. Nosso olhar pode navegar livremente pelas manchas para criar e recriar novas formas. Entretanto essa figura foi produzida para ocultar e revelar a imagem de um casal, um homem e uma mulher dançando. Tentemos ver o casal no centro do quadro, em pé, como se dançasse uma valsa, ela com vestido branco, ele com fraque preto. Rostos colados, ele olha para a direita, segura-a pelas costas, de mãos dadas.

Figura 11 - Manchas ou silhuetas. (MCNAUGHTON, 2007, p.36).

Ao mostrarmos essa figura para outras pessoas, sucessivas orientações, dicas, instruções para que selecionem um conjunto de manchas e as reagrupem são necessárias para que alguém que não conhece ou não identificou a imagem, consiga percebê-la. Depois de certo tempo, todos conseguirão ver esta imagem, principalmente depois de olharem para a figura 12. Quando se observa novamente a figura das manchas, depois de ver a figura 12, instantaneamente vemos o casal e, a partir de então, dificilmente conseguimos desfazer essa imagem para ver outras formas.

Nosso cérebro reconfigura as manchas estabelecendo linhas, proporções, reinterpretando os espaços vazios e produzindo uma memória iconográfica dominante que passa a determinar, a partir de daí, a forma como vemos as manchas, induzindo-nos a dar prioridade à imagem do casal. Um exercício interessante é tentar desfazer a imagem do casal para voltarmos a ver as formas anteriores à revelação, tornando livre nossa capacidade de representar e ver.

Conceitos e significados de palavras também podem ser transformados por interações que ressaltem não somente aspectos conceituais, mas valorativos e emocionais. A ilusão das manchas revela, assim, que nossa capacidade de perceber padrões depende de que expectativas e conhecimentos, por nós adquiridos, são ativados nessa interação específica. Ou seja, formas similares, objetos já vistos, objetos esperados, ajudam a conformar as imagens. Não só formas, mas palavras e conceitos podem adquirir significados e matizes diferentes, quando construímos, por meio de novos marcos de referência uma teia conceitual que conforme e acomode determinados significados de sua polissemia.

Figura 12 - Casal dançando, imagem que reconfigura as manchas.

Em outro nível de nossa estrutura sensorial e cognitiva, o da atenção e da memória, vamos investigar agora, como formamos uma visão de conjunto de um fenômeno por meio de um processo de seleção do que é mais relevante. O experimento trata da *cegueira de atenção* (MACKNIK & MARTINEZ-CONDE, 2011), demonstra a capacidade cerebral de selecionar e eliminar registros perceptuais que irão compor nossa imagem do mundo e nossa lembrança dos acontecimentos quando dirigimos nossa atenção para acontecimentos numa cena. Esse experimento estabelece uma relação de dependência entre atenção e memória na formação dos registros cerebrais sobre um conjunto de acontecimentos.

Figura 13 - Experimento da cegueira de atenção: assista antes de ler a análise. (MACKNIK & CONDE, 2011).

No vídeo *Awareness Test*, proposto pelos pesquisadores⁵, vemos dois grupos de jogadores de basquete: o time de preto e o time de branco. Pede-se que contemos com atenção quantas vezes os jogadores do time branco passam a bola entre si. Geralmente, conseguimos contar corretamente a quantidade de passes ou chegamos a um número próximo do verdadeiro, mas é surpreendente a quantidade de coisas que deixamos de ver na cena e não deixamos de nos impressionar quando, no final, isso é revelado: no vídeo não vemos um homem vestido de gorila entrar em cena e executar um balé entre os jogadores.

O experimento nos mostra que nossos limites de percepção não estão simplesmente atrelados àquilo que não conseguimos ver, por que nosso campo visual é limitado ou por

⁵ É conveniente passar pela experiência antes de ler sua explicação. O vídeo pode ser visto em www.theinvisiblegorilla.com/videos.html (MACKNIK & MARTINEZ-CONDE, 2011) ou no site <http://www.youtube.com/user/profsimons#p/a/f/1/mAnKvo-fPs0>.

que não captamos certos tipos de sinal. Mesmo captando os sinais necessários, sem ruídos e em condições fisiológicas normais, nossos estados mentais de atenção determinam certos padrões de organização de informações na memória. Segundo Macknik e Martinez, nosso cérebro não pode processar simultaneamente todas as informações que recebemos no meio que nos cerca, por isso ele precisa selecionar o mais relevante e essa seleção depende de uma série de fatores. Por exemplo, em uma atividade específica contar elementos de uma cena, o cérebro deixa de processar detalhes como cor, forma, cenário e tudo o mais sobre o que se passa ao redor de nosso foco de interesse. Isso faz com que, mesmo tendo o estímulo visual dos todos os acontecimentos da cena, deixamos de registrar muitos deles que se tornam invisíveis para nós porque não estão ativados pelo processo de atenção.

“Nós mesmos exibimos esse vídeo em dezenas de palestras. É comum perguntarmos às pessoas que veem o gorila: ‘quantos passes você contou?’ A resposta em geral está errada, ou então elas admitem não ter contado passe algum. Ironicamente, quanto melhor o indivíduo se sai na tarefa de contagem, menor a probabilidade de notar o gorila que passeia. Em outras palavras, a atenção concentrada garante o desempenho ótimo em determinada tarefa, mas nos cega para dados que parecem irrelevantes e que talvez sejam mais cruciais do que a tarefa em si. Nossas pesquisas mostram que o cérebro elimina os distratores com mais intensidade durante as tarefas difíceis (quando tentamos nos concentrar com grande afinco) do que nas que não exigem esforço.” (MACKNIK & MARTINEZ-CONDE, 2011, p.95).

O mais impressionante do experimento acima é que, um rastreador de visão revelou que o gorila foi fitado diretamente, em diversos momentos, pelas pessoas empenhadas em realizar a tarefa de contagem, ele se tornou invisível ao olhar porque a concentração na tarefa desviava a atenção para longe dele e isso minimizou o registro de informação, a tal ponto que a informação foi perdida.

Com tudo isso, finalizamos dizendo que as lacunas de uma condição nunca são percebidas como tais, uma vez que o cérebro humano atua continuamente para normalizar e estabilizar nossa percepção de realidade. Se a lacuna não é posta em questão, ela não é percebida como tal. Retomaremos esse aspecto, mais adiante, quando compararemos a papel do mágico ao do professor, no que se refere à capacidade de interferir e controlar a atenção humana.

2.5 Arte Mágica: produção intencional de lacunas.

Como propusemos até aqui, a ilusão é constitutiva fundamental da condição humana, uma vez que nossos sentidos são limitados para perceber o mundo que nos cerca e a representação que fazemos dele é continuamente modelada por mecanismos biológicos e sociais, sendo continuamente transformada pelas interações que estabelecemos com o mundo e com os outros, pelos símbolos, códigos e linguagens que construímos e internalizamos.

Nessa visão, o pensamento constrói nossa realidade, percebida e representada, segundo um mecanismo adaptativo de organização de padrões, de manutenção de continuidades estabilizadoras que elimina ruídos e lacunas perceptivas, ou seja, o que vemos, ouvimos e pensamos está baseado no que se espera ver, ouvir, sentir e pensar.

“Por sua vez, suas expectativas (a do leitor) estão baseadas em todas suas experiências e lembranças anteriores. O que vemos no aqui e agora é aquilo que se revelou útil para nós no passado. Sabemos que as sombras se inclinam de certa maneira, dependendo da hora, que os rostos em geral são vistos na posição vertical e que a gravidade exerce uma influência previsível em tudo. Quando essas expectativas são violadas, o cérebro pode levar mais tempo para elaborar os dados, ou podemos concentrar nossa atenção na violação. Mas quando tudo ocorre tranquilamente, sem surpresas, nosso sistema visual deixa escapar grande parte do que acontece à nossa volta.” (MACKNIK & MARTINEZ-CONDE, 2011, p.15).

Na perspectiva neurocientífica, de cunho biológico, esses mecanismos cerebrais (que produzem as ilusões, as reações automáticas e a consciência) permitem-nos fazer previsões e interagir com o mundo de forma muito eficaz, eles fundamentam nossas escolhas e definem quem somos. Assim, nossa consciência pode ser entendida como uma simulação mental da realidade que, não só nos cria a ilusão de um mundo sólido e factual, mas estabelece possibilidades de ser no mundo. Quando ela falha nessa dimensão estabilizadora, percebemos as lacunas e ficamos num estado de alerta para a reorganização do mundo.

“A surpresa é um fenômeno extraordinariamente útil aos estudiosos da mente, porque ela nos permite sondar o que as pessoas tomam como certo. Ela proporciona uma janela para a pressuposição: a surpresa é uma resposta à pressuposição violada. A pressuposição, naturalmente, é o que é tido como certo, o que se espera ser verdadeiro.” (BRUNER, 1998, p.49).

Segundo Bruner, nosso sistema nervoso central parece ter evoluído de um modo que especializa nossos sentidos para tratarem de forma diferente versões esperadas e inesperadas do mundo. Versões inesperadas (inesperadas no sentido de que tais versões violam os ‘modelos de mundo’ neurais armazenados no cérebro), na maioria das vezes, alertam o córtex cerebral por meio de uma descarga de impulsos no chamado sistema reticular ascendente. Para ele o sistema nervoso armazena modelos de mundo aos quais acessamos de maneira um pouco mais rápida do que nossa experiência do mundo, realizando a todo tempo inferências e previsões. Se o que nos é apresentado está de acordo com a expectativa, com o estado previsto do modelo, podemos deixar nossa atenção diminuir um pouco e até mesmo parar de notar o que se passa ao nosso redor.

De maneira geral, toda forma de arte que produz narrativas por meio da palavra e da expressão corporal necessita de uma profunda conexão e colaboração entre o público espectador e o artista. O público precisa deixar-se envolver pela narrativa, aceitar o espaço lúdico com suas regras, símbolos e princípios, a fim de usufruir a encenação. Quando assistimos a uma peça de teatro ou a um filme, sabemos que são atores representando, sabemos que há cenário, efeitos especiais, mas abrimos mão de um estado de alerta e crítica para mergulhar num universo paralelo, numa espécie de para-realidade, em que vivenciamos o ato cênico e nos emocionamos. A Arte Mágica, mais do que qualquer outra precisa dessa colaboração, pois leva ao extremo esse processo.

Por outro lado, para fugir do que é familiar e produzir um estado de atenção, o dramaturgo B. Brecht utiliza o conceito de estranhamento para se referir à necessidade de remover as pessoas desse estado de suspensão crítica estabelecido nas representações de mundo criadas pela arte cênica:

“(...) e quem desconfia de algo com que está acostumado? Para transformá-lo de uma aceitação geral e passiva para um estado correspondente de curiosidade e dúvida, é necessário que ele desenvolva um olhar de estranheza idêntico àquele com que o grande Galileu contemplou um lustre oscilante. Ele ficou surpreso com o movimento do pêndulo, como se não o esperasse, não podendo compreender como aquilo estava ocorrendo; foi desta forma que se aproximou de sua ideia para a lei que regia aquele fenômeno. O teatro, com suas simulações do convívio humano, tem de suscitar no público uma visão semelhante, tão difícil quanto fecunda. Tem de surpreender seu público, e chegar a isso por uma técnica que torne o que lhe é familiar em estranho.” (BRECHT, 1967, p. 201).

Brecht utilizava o estranho para tirar-nos desse hábito estabilizador e nos conduzir a uma postura crítica superadora da aparência. Na mágica, no entanto, a estabilização do que é considerado normal, é vital para a produção do efeito mágico.

Muitos mágicos consideram que a naturalidade seja o grande segredo da mágica. Qualquer detalhe, acessório, gesto que um espectador considere antinatural, durante uma apresentação de mágica, levanta suspeitas na audiência, que se coloca num estado de atenção que rompe com eficácia do efeito, porque rompe com a disposição do público em se deixar entreter. Esse é um jogo que se opera na Arte Mágica a serviço de uma estratégia consensual. Nela, o artista precisa conduzir seu público à construção de uma aparência de plausibilidade, veracidade. O mágico John Carney esclarece que ele vê seu papel mais como o de um guia do que propriamente o de um executante de mágicas. Ele diz que se esforça para parecer que não tem qualquer habilidade e que apenas é um facilitador para que a plateia presencie efeitos surpreendentes (LAMONT & WISEMAN, 1999).

“Os mágicos são mestres da cognição humana. Controlam processos cognitivos muito sofisticados, como a atenção, a memória e a inferência causal, com uma combinação desconcertante de manipulações visuais, auditivas, táteis e sociais. As ilusões cognitivas que eles criam, ao contrário das de natureza sensorial discutidas até aqui, não são de natureza sensorial. Envolvem antes funções cerebrais de nível superior. Ao brincarem com nossa cognição – ainda que não saibam em que circuitos neurais estão mexendo –, os ilusionistas nos impossibilitam de acompanhar a física do que de fato acontece. Deixam-nos a impressão de que só existe uma explicação para o que acabou de acontecer: pura mágica.” (MACKNIK & MARTINEZ-CONDE, 2011, p.68).

Para Macknik e Martinez, tudo que nos acontece é uma ilusão única cujos mecanismos podem ser desvendados. Em seus estudos de neurociência e mágica, procuram mostrar que é possível interferir nesses mecanismos alterando as representações e experiências que temos do mundo. Os trabalhos nesse sentido têm contribuído muito para tratar distúrbios cognitivos desde o *deficit* de atenção, autismo, até os males causados pela doença de Alzheimer.

Essas pesquisas mostram, não só que é possível intervir nos mecanismos cerebrais, mas também revelaram que os dispositivos utilizados pelos mágicos operam em níveis diferenciados de complexidade na elaboração da ilusão: ilusões sensoriais, cognitivas e intelectuais, sugerindo uma hierarquia de formas de ilusão.

Nesse sentido, apresentam o mágico como um artífice da percepção humana, da atenção, do pensamento e da memória. Operando com essas dimensões do ser humano, o mágico controla a aparência de um mundo “sólido” e coerente com nossas expectativas. O mágico cria, o tempo inteiro, uma realidade paralela com a qual nos envolve porque é verossímil, capaz de captar nossa atenção e nos convencer, e nossa crença nela delimitará as possibilidades e limites dos acordos que estabelece com seu público sobre a natureza das coisas. Nesse sentido, a Arte Mágica é a arte que mais requer colaboração de um artista e seu público, pois mesmo sabendo que serão enganados, precisam tornar-se dispostos a isso.

A aparência verossímil negociada, oculta uma série de procedimentos que romperão mais tarde esse tecido plausível. Por trás dela, uma série de mediações vai sendo rompida até o momento da ilusão, em que há uma ruptura revelada que nos deixa perplexos. Mais ainda, pelo direcionamento da atenção o mágico procura interferir em elementos que farão parte de nossa memória, de maneira que, após um efeito mágico, quando tentarmos recuperar a sequência causal dos acontecimentos, para explicá-lo, não teremos elementos suficientes para conectar os fatos e recuperar a trama de causalidades rompida, e o efeito mágico será reforçado. Sem mediações, sem pistas, não temos como representar o fenômeno, e falham todos os nossos esquemas explicativos, por isso, experienciamos a sensação do assombro tão própria dessa arte.

Diferentemente do estranhamento, o assombro é a prisão da aparência, nele não temos condição de superar a contradição aparente, a não ser que o mágico se disponha a compartilhar suas técnicas e segredos.

Vejamos, por meio de alguns exemplos, como é possível romper mediações e nexos causais e, ao mesmo tempo, construir uma situação plausível e aceitável pelos espectadores. Quanto mais essa aparente normalidade for aceita, mais forte será o efeito mágico. Cientes disso, os artistas exploram essas limitações, em múltiplos níveis, como veremos nos exemplos a seguir.

Antes uma ressalva: um dos princípios mais fundamentais da Arte Mágica é jamais revelar um segredo, a não ser com o intuito da formação de aprendizes mágicos. Afinal, o assombro só pode vir de segredos bem guardados. Por isso, tanto a profissão quanto o ensino da magia são herméticos e restritos a pequenos círculos sociais. Para tornar mais consistente esta análise, explicaremos alguns princípios recorrentes em números de magia, tomando o cuidado para não ferir totalmente esse princípio caro aos mágicos. Assim, vamos

valer-nos de alguns números muito populares, divulgados em *sites* e revistas de ampla circulação, que têm a vantagem de poder ser realizados pela leitura de procedimentos.

Começemos com a ilusão de ótica, um dos fundamentos da Arte Mágica. É utilizada para alterar as dimensões de aparelhos que ocultam objetos, para dar ideia de continuidade entre superfícies distintas e disfarçar abertura e passagens etc. Um dos recursos para criar essas ilusões é a alteração das linhas de perspectiva, por exemplo, caixas e cenários com perspectiva alterada podem produzir diversos efeitos de transformação e desaparecimento de objetos. Do ponto de vista da percepção, a perspectiva se apoia no fato de que linhas paralelas, como trilhos de um trem, parecem convergir com o aumento da distância. A convergência de linhas cria, para nós, a experiência de profundidade. Objetos similares de tamanho diferentes também criam a ilusão de perspectiva, pois interpretamos o menor como o mais distantes.

A figura 14 demonstra que podemos criar a sensação de que um objeto alterou seu tamanho, apenas posicionando-o em regiões diferentes de um plano de perspectiva. Os dois bonecos tem o mesmo tamanho, mas aquele que ocupa a região acima e à direita da imagem, a região do estreitamento de linhas, parece estar no “fundo” e ser muito maior do aquele que ocupa a região abaixo e à esquerda, da abertura das linhas.

Figura 14 - Ilusão de perspectiva em que objetos iguais parecem ser diferentes. (MCNAUGHTON, 2007, p.19).

É possível também, distorcer a perspectiva para eliminar a sensação de profundidade do espaço. Na figura 15, a região esquerda do cenário é muito mais profunda que a direita, isso faz com que quem se posicione lá esteja mais distante e menor pela perspectiva real. No entanto, nós não percebemos essa profundidade diferente, pois as linhas de perspectiva do cenário (o quadriculado do chão, o tamanho das janelas, a canto do chão e do teto), que são

formas que orientam nossa percepção, foram alteradas e deformadas. Com isso, dependendo da região que ocupamos no cenário, damos a impressão de que mudamos de tamanho.

Com o efeito de perspectiva o mágico negocia pelo dado visual a aparência de normalidade do mundo que apresenta, garantindo um acordo temporário com seu público que se surpreenderá com as transformações que ocorrerão. O dado visual tem muita importância nesses acordos uma vez que ele sustenta nossa convicção do que é normal e natural. Segundo Macknik e Martinez, nós construímos a sensação da percepção da sensação global compondo e conectando inúmeras percepções locais e, desde que a percepção local entre os objetos e a superfícies parece não contradizer as regras do que consideramos normal e possível, nós deixamos de nos importar com o fato de a percepção global ser impossível e reacomodamos a imagem. Ao dado visual, o mágico adiciona elementos discursivos: por meio da fala, dos gestos e da escrita, que reforçam o dado visual. Todo elemento discursivo utilizado na magia visa a produzir acordos temporários para a construção de camadas de ilusão. Cada aceitação da plateia permite ao artista dar mais um passo. Expressões do tipo: “olhe para este objeto”, “verifique se esta a caixa está vazia”, “examine estas caixa”, “você concorda que não há nada aqui”, são expressões típicas dessa negociação.

Figura 15 - Caixa de Escher, cenário deformado para recriar a perspectiva.

Para criar efeitos mais poderosos, além de ilusões visuais, os mágicos se valem de ilusões cognitivas que envolvem funções cerebrais de nível superior, como atenção e expectativa. No entanto, antes de abordá-las, analisaremos outra ilusão de óptica derivada de níveis diferentes da hierarquia da visão.

Uma mágica muito conhecida é a ilusão da mulher cerrada ao meio. Em suas muitas, versões, o efeito baseia-se na seguinte sequência de acontecimentos: uma pessoa deita numa caixa, deixando pés e cabeça aparentes e a caixa é separada em partes. As partes são reunidas e a pessoa sai intacta. A caixa é preparada de tal modo que a cabeça e os pés sejam de pessoas diferentes, mas a ilusão é acentuada por um desenho do corpo inteiro na lateral da caixa e esse aspecto é de fundamental importância para entender como nossa expectativa do que vai acontecer conforma o fenômeno. A figura 16 mostra uma versão do efeito que pode ser realizado com os dedos da mão. Nela, sem partes falsas, a mágica cria a ilusão de que o dedo polegar da mão esquerda pode ser retirado e reconectado.

Na verdade, o dedo polegar da mão esquerda está dobrado e a ponta do polegar que vemos é o da própria mão direita. O indicador, simulando que está pegando o dedo para puxá-lo, na verdade, cumpre a mesma função da caixa para mulher cerrada: encobrir a troca das partes. Quando as partes são separadas, a ilusão acontece por causa de um processo cerebral que se encarrega de criar os nexos de continuidade entre as partes de um mesmo corpo ou objeto quando ele é encoberto por outro. O mágico prepara nossa expectativa, pedindo que examinem sua mão, mantendo a mão esquerda aberta enquanto puxa realmente seu polegar, fazendo uma pinça com o indicador e polegar da mão direita. Em seguida, conversando de forma bem-humorada com a plateia, diminui foco de atenção sobre a mão enquanto prepara a posição da retirada do dedo que é muito semelhante à posição de puxar o polegar que acabara de realizar a guisa de exame.

Figura 16 – Ilusão do dedo retirado causada pelo fenômeno do completamento amodal.

Por causa da semelhança de posições e do processo de completamento amodal, as pessoas percebem a mão na sua integridade e tem a atenção estabilizada até o momento do efeito em que o dedo é desmembrado para a surpresa de todos.

O processo pelo qual um objeto que tem parte encoberta parece ser contínuo é chamado de completamento amodal, também conhecido por “lei da boa continuidade” pelos psicólogos da Gestalt. Ela não somente integra partes de objetos, mas atua em diversos níveis relacionados de nosso processamento de padrões de acontecimentos.

“A boa continuidade é o processo pelo qual, com base em informações dispersas, o cérebro faz as coisas parecerem inteiras. O completamento modal é um exemplo de boa continuidade, mas existem muitos outros. Já mencionamos o preenchimento de lacunas. O mundo é grande e complexo para que enxerguemos todos os seus detalhes. Quando olhamos para uma praia salpicada de seixos, ou para um tapete persa tecido de modo intrincado, nosso cérebro não visualiza cada seixo nem cada ponto da trama. Não temos células suficientes na retina para isso. Vemos uma pequena parte da praia ou do tapete e completamos o resto.” (MACKNIK & MARTINEZ-CONDE, 2011, p.46).

A boa continuidade é uma parte tão integrante de uma multiplicidade de mecanismos cerebrais que talvez seja o princípio mais explorado de toda Arte Mágica. Para ampliar o poder de seus efeitos, os mágicos também encadeiam esses mecanismos produzindo vários níveis dentro da aparência que pretendem construir. Isso assegura ao mágico que, se falhar uma das interações necessárias à produção do efeito, outras camadas o sustentarão. A isso o Mágico Tommy Wonder chama de “Chain of Shadows” (WONDER & MINCH, 1996), cadeia ou encadeamento de sombras. Segundo ele, pessoas diferentes percebem o ato mágico de formas diferentes. Durante o ato, um mecanismo de ilusão que funciona para uma pessoa pode não funcionar para outra, porque as pessoas têm recursos explicativos diferentes, devido as suas experiências particulares de vida. Uma construção encadeada de mecanismos auxilia o mágico a atingir um maior número de pessoas e a produzir consenso. De qualquer maneira, qualquer ato explicativo, exigirá que prestemos atenção em algum aspecto particular do que está acontecendo no ato e isso será mais um recurso dos mágicos na condução de centros de atenção. Como vimos no experimento da cegueira de atenção, na sessão precedente, um foco de atenção apaga o seu entorno e isso será uma arma poderosa na mão do mágico para construção das camadas de ilusão.

“Em um espetáculo de mágica, você enfrenta uma tarefa muito difícil: descascar todas as camadas de despistamento e descobrir o método secreto subjacente a cada efeito mágico. No entanto, quanto mais tentamos, mais difícil é: quanto mais atenção é intensificada no centro do foco de atenção, mais ela é reprimida em todos os outros locais. É claro que

o centro do foco de atenção fica no exato local onde o mágico quer.”
(MACKNIK & MARTINEZ-CONDE, 2011, p.74).

O sucesso do efeito depende da habilidade do mágico em conduzir a atenção do espectador, do método utilizado para o efeito mágico, por meio do enquadramento. O enquadramento são recortes cênicos criados pelo mágico gerando áreas de captura do olhar ou áreas de interesse para concentrar nossa atenção. O recorte cênico pode ter dimensões restritas às mãos do mágico, ou ocupar boa parte de uma região do palco.

Para criá-los o mágico combina recursos verbais e visuais, como por exemplo, contar uma história sobre um objeto sobre o qual ele quer focar atenção, apontar e olhar para uma região do palco, criar movimentação para atrair o olhar, reduzir ou ampliar a luminosidade entre outros recursos.

Quando aceitamos um enquadramento, somos despistados de regiões em que ocorrem ações necessárias para o efeito, essas são as regiões de sombra. Combinar enquadramentos é uma estratégia poderosa. Eles podem gerar cegueira de atenção como vimos, ou outros tipos como a cegueira para a mudança. As ilusões que examinaremos agora envolvem funções cerebrais de nível superior.

Siga as instruções a seguir, e depois analisaremos aspectos deste número:

Muito bem, comece **pensando** em **uma** das seis cartas dentre as que você vê abaixo. Diga em voz alta o nome da carta escolhida para não esquecê-la.

Concentre-se nela:

Guarde a carta na memória e vire a página.

*As cartas foram e misturadas e apenas **uma** delas foi retirada do conjunto ...*

a carta retirada foi a carta em que você pensou...

Se você ficou intrigado, vamos recompor os passos para descobrir porque a ilusão ocorreu⁶. Dois recursos foram utilizados para produzir o efeito. Em primeiro lugar, foram escolhidas cartas muito semelhantes umas às outras, todas são figuras. Em segundo lugar, há uma instrução para escolher apenas uma carta do conjunto. Isso sugere ao espectador esquecer-se das demais e concentrar-se apenas na sua carta. Com essas duas ações, a ilusão está pronta. Quando as cartas são mostradas novamente, nenhuma delas pertence ao conjunto original. Temos apenas a sensação do conjunto original, dada a pouca diferenciação entre elas, por isso não desconfiamos de que os conjuntos foram trocados. Ou seja, todas as condições iniciais foram modificadas, mas a sensação de que o conjunto original permanece, com exceção da carta escolhida, é a causa da ilusão nesse efeito. Essa forma de cegueira ocorre numa região de enquadramento quando não se nota uma mudança nos elementos da cena. Ela tem que ver com a forma como nossa mente deixa de registrar na memória o que acabou de ver.

Se as cartas houvessem sido trocadas, não por figuras, mas por números, perceberíamos imediatamente a troca, e o efeito se desfaria. Mas, como as outras figuras são semelhantes, houve a redução do contraste. Como vimos, o contraste é fundamental para a percepção em contextos. Nós percebemos e redefinimos uma imagem quando temos um contraponto ou um critério para nos balizar. Em sua essência, a Arte Mágica busca a supressão do contraste: o uso da cor escura, texturas que se confundem, a baixa luminosidade são recursos utilizados para ocultar toda sorte de mecanismos a serviço da ilusão. Isso pode ocorrer não só na dimensão perceptual mais simples, fisiológica, mas, como pudemos observar, ocorre, também, em processos cognitivos mais complexos que envolvem a compreensão de conceitos, como numa relação de um diálogo em que os significados das palavras dependerão do contexto discursivo em que ela é enunciada.

No nível discursivo, um último aspecto que iremos analisar trata de como interpretamos uma sequência de acontecimentos e definimos nexos de causalidade. O princípio que analisaremos envolve os aspectos cognitivos mais complexos relacionados à reconstrução dos eventos na memória, o que chamamos de ilusões mnêmicas como proposto por Macknik e Martinez. A Arte Mágica fundamenta-se, acima de tudo, na

⁶ Neste *site* há uma versão desse efeito: <http://sprott.physics.wisc.edu/pickover/esp.html>

exploração das limitações da percepção (níveis de atenção) e da memória. A memória, em especial, cumpre um papel essencial na produção da ilusão.

O número que apresentaremos a seguir envolve o efeito da adivinhação, no qual o mágico pode antecipar o resultado de um número pensado por alguém.

Escolha um número qualquer de três algarismos diferentes entre 000 e 999 (por exemplo: 136). Mas não se influencie pelo meu exemplo, pense livremente em outro número e anote-o num papel.

Em seguida, inverta a ordem dos algarismos e subtraia o maior do menor (por exemplo: $631 - 136$).

O resultado obtido deve ser ainda um número de três algarismos, por exemplo, 298. Inverta-o novamente e some-o ao resultado na ordem correta (por exemplo: $892 + 298 = 1190$).

Circule o resultado e guarde o papel.

Lembre-se, você escolheu um número qualquer e chegou a um número, um entre mais de dois mil resultados possíveis resultados em operações com números de 3 algarismos. Agora adivinharemos o resultado ...

Para saber o resultado vire a página ...

Esse efeito é um exemplo importante da combinação de duas estratégias. Primeiro, pelo discurso, o mágico reforça em nossa memória a ideia de que fizemos uma escolha livre e aleatória. E segundo, ele oculta o fato de que o resultado está predeterminado por um algoritmo matemático, mostrando exemplos com outros resultados numéricos. O processo é controlado, mas não aparenta ser para o público. No final, em apresentações ao vivo, o mágico aponta para um envelope com a previsão, focando a atenção do público no

momento do clímax da revelação do resultado previsto, enquanto apaga o registro dos cálculos efetuados deixando apenas o número final numa lousa para compará-lo com a previsão. Isso dificulta a recomposição dos passos realizados e reforça o efeito mágico. Por não percebermos que essa sequência de operações matemáticas produz sempre o mesmo resultado, para quaisquer números de 3 algarismos, o mágico pode criar o efeito da previsão ou da leitura de pensamento⁷.

O resultado de sua operação foi: 1089.

Após ver um efeito mágico, cada espectador normalmente tenta recompor os eventos ocorridos. Esse processo de recomposição envolve a lembrança dos eventos passados e tentativas de descobrir métodos e ações ocultas no efeito mostrado. O espectador age como um cientista criando hipóteses e testando sua plausibilidade. Os mágicos têm consciência de que inúmeros fatores podem impossibilitar esse processo de reconstrução e, por isso, tentam de alguma forma influenciá-lo durante a apresentação para impossibilitar tal empreitada que destruiria a ilusão (LAMONT & WISEMAN, 1999). Dessa forma, valem-se do desconhecimento: do desconhecimento científico, do desconhecimento de técnicas específicas da magia e da aparência de naturalidade como elementos que impossibilitam a explicação.

Por tudo que discutimos, queremos finalizar dizendo que nossa intenção não é apresentar o mágico como um trapaceiro ou enganador. Buscamos, sobretudo, mostrar que ele é um ser capaz de, conscientemente, controlar situações e interferir na forma como percebemos, entendemos e nos lembramos dos acontecimentos de um ato mágico, para que tenhamos a sensação do assombro. O mágico sabe que lacunas produzir, ou seja, que mediações ele precisa romper para o sucesso de seu ato. Suas ações têm intencionalidade e consciência da aparência, esses são elementos fundamentais que utilizaremos para entender o ato educativo.

⁷ Efeitos semelhantes e surpreendentes podem ser vistos em:

<http://www.youtube.com/watch?v=tbEei0l3kMQ&feature=related>; <http://www.youtube.com/watch?v=bwQn4wATkgA&feature=related>; http://www.youtube.com/watch?v=dyZh_XqvNh8&feature=related; <http://www.youtube.com/watch?v=GQ0IHRETnLE&feature=related>

2.6 Pseudoconceitos: a lacuna e as formas de desenvolvimento do pensamento.

Como dissemos, para definir lacuna é preciso interpretá-la, não como um erro, um conceito incompleto ou elementar, um pensamento falso, mas como um problema de elaboração de mediações que supere a desconexão entre formas de pensamento. É por meio da apropriação de signos e o desenvolvimento de conceitos que o ser humano aprende os diversos significados atribuídos aos objetos e às relações do meio em que está inserido. Esse processo, gradual e aproximativo, determina momentos do amadurecimento e a complexificação do pensamento de um indivíduo, definindo seus horizontes de visão e possibilidades de interlocução e circulação social. Sempre que penetrar numa esfera de relações sociais desconhecida, o indivíduo revive essas formas de organização do pensamento e construção de significados, passando desde formas subjetivas, indutivas, fortuitas e sincréticas, até formas mais objetivas, de unificação dessas relações em generalizações, os complexos, e finalmente formas contextualizadas e estabilizadas, os conceitos.

“No conceito, os objetos estão generalizados por um traço, no complexo, pelos fundamentos fatuais mais diversos. Por isso, no conceito se refletem um vínculo essencial e uniforme e uma relação entre os objetos; o complexo, um vínculo concreto, fatural e fortuito.” (VIGOTSKY, 2001, p. 181).

O problema da lacuna pode ser elaborado se levarmos em conta essas etapas de estabilização e formação de significados estruturados a cada nova interação dos indivíduos como as esferas sociais de que participam.

Numa primeira aproximação do problema, vamos resgatar o processo de formação de *pseudoconceitos* analisado por Vigotsky (2001). Pseudoconceitos são uma forma de pensamento infantil muito frequente nas crianças em idade pré-escolar. Eles constituem uma elaboração de relações e um complexo associações, em torno de um conceito que uma criança estrutura, apropriando-se de formas estabelecidas nos discursos dos adultos que a cercam.

“O discurso dos circundantes, com seus significados estáveis e permanentes, predetermina as vias por onde transcorre o desenvolvimento das generalizações na criança. Ele vincula a própria atividade da criança, ao orientá-la por um curso determinado e rigorosamente esboçado. Mas, ao enveredar por esse caminho, a criança pensa da maneira própria ao estágio

de desenvolvimento do intelecto em que ela se encontra.” (VIGOTSKY, 2001, p. 193).

Pela comunicação verbal com a criança, o adulto controla esse processo determinando o percurso das generalizações da criança. No entanto, eles não podem transmitir à criança o seu modo de pensar. Assim, a criança assimila os significados prontos das palavras sem ter acesso ao processo de elaboração que os sustentam. Dessa maneira, Vigostki ressalta que, na comunicação com os adultos, a criança não assimila de imediato o modo de pensamento dos adultos, na verdade, ela recebe algo que se assemelha ao produto elaborado pelos adultos, mas obtido por operações intelectuais inteiramente diversas e elaborado por um método de pensamento inteiramente diferente.

“É isso que denominamos *pseudoconceito*. Obtém-se algo que, pela aparência, praticamente coincide com os significados das palavras para os adultos, mas, no seu interior, difere profundamente delas.” (VIGOTSKY, 2001, p. 193).

Isso significa que os processos mentais e atos de pensamento da criança, realizados por meio da linguagem, não coincidem com as operações produzidas no pensamento do adulto quando ele pronuncia a mesma palavra. Encontrar os limites dessa diferença é um problema importante, pois no processo de comunicação verbal com a criança, no processo de compreensão mútua, o adulto não observa as diferenças entre o complexo elaborado pela criança e seu conceito. Na prática eles coincidem abrangendo o mesmo círculo de objetos e isso garante a comunicação imediata. Entretanto, a não explicitação da diferença pelo adulto estabelece uma sombra do conceito, uma perda de contraste de seu contorno. Essa identidade entre o conceito e o complexo (pseudoconceito) carrega uma abivalência: por um lado, os conceitos e o desenho mental dos conceitos são funcionalmente equivalentes e isso possibilita a interação imediata da criança (que pensa por complexos) com o adulto (que pensa por conceitos), estabelecendo a compreensão mútua e possibilitando a passagem do pensamento por complexos para o pensamento por conceito de uma forma gradual e imperceptível para a criança. Por outro, o complexo e o conceito se baseiam em processos mentais bem distintos, o que não sustenta um entendimento mútuo mais profundo que caracteriza esta última forma de pensamento. A criança precisa migrar para um estágio superior de formas de pensamento conceitual mais elaboradas, no qual

formas sincréticas de pensamento e complexos conceituais vão sendo gradualmente relegados a segundo plano.

No livro, *Um menino de olho no mundo*, elaborado pela equipe do The Boston Children's Medical Center para orientação de pais com filhos pequenos, Marc Simont (1977) ilustra de uma forma original a perspectiva infantil de reelaboração da linguagem dos adultos e sua forma de pensar, como mostramos a seguir.

Figura 17 - O menino ouve a conversa dos pais e elabora imagens mentais. (SIMONT, 1977, p.70).

A criança repete as palavras ainda esvaziadas de significado e observa a reação dos adultos, testa os significados que conhece, associa-os a contextos específicos, articula novos significados, numa interação inesgotável.

Na verdade, o tempo inteiro a criança recebe pistas sutis do meio circundante para mobilizar essa transformação. Ela não é livre para escolher o significado das palavras, ele lhe é dado no processo de comunicação verbal com os adultos, bem como os seus complexos, que já encontra construídos no processo de compreensão do discurso dos outros.

“A criança (...) apenas segue o discurso dos adultos, assimilando os significados concretos das palavras já estabelecidas e dados a ela em forma pronta. Em termos mais simples, a criança não cria a sua linguagem, mas assimila a linguagem pronta dos adultos que a rodeiam.” (VIGOTSKY, 2001, p. 196).

Por isso, o desenvolvimento da linguagem caracteriza-se como uma luta incessante e diária entre o pensamento por conceitos e pensamento por complexos. É só na adolescência que a criança chega ao pensamento por conceitos marcando um momento novo na evolução de seu intelecto. No entanto, Vigotsky sinaliza que esse não é um processo linear finalizado em algum ponto da evolução cognitiva operada pela linguagem.

“Contudo, não se pode imaginar esse processo de substituição de algumas formas de pensamento e de algumas fases de seu desenvolvimento como um processo puramente mecânico, acabado e concluído. Diversas formas genéticas coexistem como coexistem na crosta terrestre os mais diversos extratos de diferentes eras geológicas. Essa situação é antes uma regra que uma exceção no desenvolvimento de todo o comportamento. Sabe-se que o comportamento do homem não está sempre no mesmo plano de evolução.” (VIGOTSKY, 2001, p. 228).

Isso nos sugere a convivência de formas de pensamento, mais complexas e mais elementares, não só nas crianças em processo de aprendizagem, mas também em adultos, em diversos momentos da vida social, pois não pensamos o tempo inteiro por conceitos, segundo Vigotsky, mesmo o adulto pensa por complexos, chegando até as elaborações mais primitivas. A apropriação de um conceito e a tomada de consciência desse conceito não coincidem quanto ao momento de seu surgimento, nem quanto ao seu funcionamento. Isso está na natureza dos signos que, como ferramenta mediadora, servem para diversas operações intelectuais, que definem as distinções entre complexo e conceito. Essa coexistência de formas determina outra faceta da lacuna que está relacionada ao desenvolvimento de funções de pensamento ativadas pelo processo de formação de conceitos.

2.7 Conceitos científicos: a lacuna como internalização de sistemas de pensamento.

É na formação de conceitos científicos, os quais Vigotsky relaciona ao desenvolvimento das funções psicológicas superiores, que queremos centralizar a discussão sobre a natureza da lacuna. Iniciaremos esta sessão discutindo aspectos da aprendizagem de conceitos e terminaremos com dois exemplos: um histórico e um sobre ensino de ciências

que ilustram a relação entre conceito e lacuna. Ao fim do capítulo, daremos início à discussão sobre a dimensão sistêmica da lacuna e sua relação com os gêneros.

A capacidade de desenvolver conceitos, na idade escolar, é uma das questões mais fundamentais para a compreensão do desenvolvimento mental do ser humano. A colaboração entre a criança e o adulto permite à criança apropriar-se de um sistema complexo de relações que operam transformações profundas em seu amadurecimento psíquico. No momento em que a criança passa a operar por conceitos, ou seja, no momento em que o nível de desenvolvimento desses conceitos entra na sua zona de possibilidades, na qual operava com conceitos espontâneos e complexos, abrem-se novos caminhos a seu desenvolvimento no que se refere à capacidade de operar abstratamente com o mundo, de transitar e operar por representações. Esse processo, segundo Vigotsky, não se dá de forma pronta, bastando à criança tomar de empréstimo, num ato de repetição e memorização, formas acabadas do mundo adulto.

“(…) um conceito é mais do que a soma de certos vínculos associativos formados pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização (…).” (VIGOTSKY, 2001, p. 246).

Esse processo instaura novas formas de elaboração do pensamento que evoluirá por toda a vida, a cada palavra aprendida, a cada novo significado elaborado.

“Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é aprendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ela é uma generalização do tipo mais elementar que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando o processo na formação de verdadeiros conceitos.” (VIGOTSKY, 2001, p. 246).

Esse processo transita de vínculos associativos mais simples e imediatos às generalizações cada vez mais complexas que vão estruturando uma rede conceitual em níveis cada vez mais amplos. O conceito torna mais complexo o pensamento da criança e lhe dá novos enquadramentos de mundo, novas formas de representar as relações entre fenômenos. Esse processo, no qual ela passa, cada vez mais, a representar as relações no plano da linguagem, dá-se na interação com o adulto por uma contínua negociação que a

leva à aplicação e tomada de consciência do conceito, processo ao qual Bruner (1998) se refere como empréstimo de consciência dos adultos.

Continuamente, a sociedade fornece um conjunto de ferramentas conceituais, de ideias e de teorias que permitem que se atinjam patamares mentais mais desenvolvidos. Esses conceitos superiores, por sua vez, transformam o significado dos conceitos inferiores. O jovem que aprendeu conceitos algébricos estabelece um novo patamar de elaboração mental a partir do qual vê os conceitos aritméticos em uma perspectiva mais ampla, ou seja, uma mente armada de conceitos recria suas experiências e seus objetos.

“Pode-se dizer que o domínio de uma língua estrangeira eleva a um nível superior eleva tanto a língua materna da criança a um nível superior quanto o domínio da álgebra eleva ao nível superior o pensamento matemático. Como a álgebra liberta o pensamento da criança da prisão das dependências numéricas concretas e o eleva a um nível de pensamento mais generalizado, de igual maneira o domínio de uma língua estrangeira por outras vias bem diferentes liberta o pensamento linguístico da criança do cativeiro das formas linguísticas e fenômenos concretos.” (VIGOTSKY, 2001, p. 267).

A produção simbólica pode produzir ou não mediações que transformem e aprofundem nossa relação imediata com os fenômenos concretos num processo de desvelamento de relações ocultas e criação de possibilidades de mundo. Marx refere-se à ciência como superação da aparência:

“Se a aparência das coisas coincidissem com sua essência, não precisaríamos de ciência” (MARX, 1977, v.3, p. 739).

Para Vigotsky (2001), essa afirmação de Marx recupera a essência do conceito científico na medida em que o conceito supera o objeto imediato – ele seria desnecessário se refletisse o objeto em sua manifestação externa como conceito empírico – e pressupõe outra relação com objetos que opera num sistema de conceitos. O conceito científico, com sua relação inteiramente distinta com o objeto, é a manifestação complexa do objeto no pensamento, em sua sistematicidade e hierarquia, que liberta o pensamento da criança. Perceber as coisas de forma diferente abre novas possibilidades de ser e de agir no mundo.

No nível da elaboração de conceitos, compreender o fenômeno lacunar significa compreendê-lo, portanto, no nível de um sistema de linguagem, de uma estrutura de conceitos complexificada. Esse aspecto será retomado no próximo capítulo quando

O modelo geocêntrico vigente da escola aristotélico-tomista propunha que os astros fossem formados de outra substância, um quinto elemento: o éter, substância pura e incorruptível. Isso impunha uma forma perfeita à Lua e uma superfície lisa. Sobre suas observações, Galileu escreve:

“Certamente ninguém nunca as observou antes de nós, pelo que, após cuidadosas e repetidas inspeções, deduzimos a opinião, que temos por firme, de que a superfície da Lua e dos demais corpos celestes não é de fato, lisa, uniforme e de esfericidade exatíssima como tem ensinado uma numerosa corte de filósofos, mas que, ao contrário, é desigual, rugosa e cheia de cavidades e proeminências, não diferente da própria face da Terra, que apresenta, aqui e ali, as cristas das montanhas e os abismos dos vales. Eis aqui as aparências a partir das quais pude inferir essas coisas.” (GALILEU, 2009, p. 36).

Quando Harriot teve acesso aos apontamentos de Galileu, recusou-se a aceitar a imagem de uma lua imperfeita. Trocaram cartas nas quais viu novas representações e recebeu sugestões para fazer novas observações. Em 1610, afirmou que conseguia ver as mesmas crateras com entusiasmo e assombro. Nessa época, produziu um novo desenho em que as crateras aparecem representadas como podemos ver na figura 19.

Lembremos que estamos no Renascimento, um momento em que a efervescência das artes e ciências produz um novo olhar sobre a natureza e relações humanas. Nasce a perspectiva, e a arte incorpora a paisagem terrena em suas pinturas, produzindo técnicas diversas de representar o espaço.

Figura 19 - Lua desenhada por Harriot em 1610, depois de ler os escritos de Galileu.

(HOLTON, 1980, p. 107).

O racionalismo cartesiano matemático produz uma geometria nova, com pontos definidos por coordenadas que cria e organiza referências no espaço, e que revoluciona a produção de mapas e a expansão do olhar racional e conquistador sobre o mundo. Não é sem razão que Tuillier (1990) afirma que a noção científica de espaço, da Física newtoniana, foi produzida primeiro pelas artes.

A Itália de Galileu estava adiantada nas artes visuais em relação à Inglaterra de Harriot. Apesar de seu teatro desenvolvido, com a dramaturgia de Shakespeare, os ingleses ainda não estavam tão avançados na pintura e no desenho. Por outro lado, na Itália já se desenvolvia a técnica do *chiaroscuro*, na qual se realizava um profundo estudo de perspectiva, luz e sombra para a representação de objetos tridimensionais. Galileu, como professor de Geometria na Universidade de Pádua, treinava artistas nessa técnica.

A figura 20 mostra os tipos de desenhos que Galileu praticava com seus alunos. Sólidos geométricos, com saliências e reentrâncias que revelavam sua superfície conforme a iluminação.

Figura 20 - Desenhos de sólidos geométricos, iluminados por cima para estudo de sombras e iluminação na técnica do *chiaroscuro*. (HOLTON, 1980, p. 108).

Observando as sombras, Galileu não só percebia as imperfeições na superfície da Lua, mas percebia também as posições relativas do Sol e da Lua, elaborando relações que fortaleceriam a débil teoria heliocêntrica que ressurgia na época.

Dessa forma, podemos entender que o fato de Galileu estar imerso numa atmosfera cultural que lhe aprimorava a capacidade de olhar a luz, seus efeitos em superfícies, habilitava a elaborar conceitos que aprimoravam sua visão e o permitiam perceber as sutis nuances da superfície lunar e ir mais além na criação de um novo universo. Seu olhar estava treinado para ver, e seu cérebro para representar por causa da malha conceitual que havia desenvolvido naquela atmosfera. Retomamos a afirmação de Kuhn:

“Al examinar la rica literatura experimental de que hemos extraído esos exemplos, podemos llegar a sospechar que es necesario algo similar a un paradigma como requisito previo para la percepción misma. Lo que ve un hombre depende tanto de lo que mira como de lo que su experiencia visual y conceptual previa lo ha preparado para ver.”⁸ (KUHN, 1992, p.179).

Sobre o mesmo assunto, outros autores (Chalmers, 2011; FEYERABEND, 1993) comentam que as dificuldades enfrentadas pelos opositores de Galileu quanto ao uso telescópio como instrumentos de exploração do céu são dessa mesma natureza. Elas devem ter sido motivadas mais pelas dificuldades genuínas em reconfigurar a imagem que Galileu já aprendera a ver do que pelo preconceito. Ver a Terra e ver o céu pela luneta eram experiências completamente diferentes.

Mais uma vez, podemos compreender que o conhecimento não é um espelho do mundo, mas são reconstruções fundamentadas em conjuntos finitos de estímulos codificados e interpretados. Nossa percepção é sempre parcial, limitada e, por consequência, ilusória. Entenda-se por ilusória, como dissemos, não uma percepção errada do mundo. Ela sempre se refere ao mundo, está conectada a ele, mas é necessariamente transitória e determinada por possibilidades cognitivas, escolhas valorativas, posições epistemológicas, estabelecidas na relação possível que estabelecemos com ele. A aparência que a realidade tem para nós não é a realidade em si, mas um momento de nossa relação com ela.

⁸ Tradução do autor: “Ao examinar a rica literatura experimental da qual extraímos esses exemplos, podemos chegar a suspeitar que seja necessário algo semelhante a um paradigma como requisito prévio para a própria percepção. O que um homem pode ver depende tanto daquilo para o que olha, como daquilo para o que sua experiência visual prévia o preparou para ver”.

A palavra influencia, de alguma forma, nossa percepção formando quadros mentais de representação do mundo (BRUNER, 1998). Isso nos reforça a afirmação de que não existe uma observação pura da realidade, ou seja, a realidade não é algo que se apresenta imediatamente para ser captada passivamente por nossos sentidos. Essa é uma relação dinâmica e dialética, na qual a observação, nossa percepção do real, embebidas de linguagens e conceitos, transforma a realidade e é transformada pelas informações e expectativas que temos do mundo.

Podemos dizer com isso que, como construção cultural, ciência em seu percurso não se configurou um processo de revelação gradual e cada vez mais aprofundada de uma realidade única e oculta, mas foi a recriação da realidade em diversos momentos da relação entre homem e natureza. Cada realidade percebida e criada pressupunha um modelo, uma teoria, uma visão de mundo que lhe desse sentido. A história da Física não é senão a história da refundição de nossos horizontes de visão. Na década de 1940, por exemplo, os avanços teóricos da Física de partículas permitiram aos cientistas redescobrirem, no emaranhado de imagens difusas da câmara de bolhas, toda sorte de novas partículas antes invisíveis a seus olhos. As partículas que surgiam da teoria de Yukawa (a descoberta do méson pi confirmou a teoria de Yukawa sobre as partículas responsáveis pela forças nucleares) motivaram os cientistas a elaborar em novas emulsões fotográficas com o intuito de aprimorar as observações⁹ e, com isso, um universo de novas partículas revelou-se nos horizontes da Física do século XX e revolucionou seu conhecimento sobre o mundo atômico. É importante frisar que o fato de os cientistas, nos primórdios da investigação com as câmaras de bolhas, não conseguirem perceber toda a variedade de partículas que ali deixavam sua marca, ou considerarem muitos dos rastros como meros ruídos, não se tratava de um erro grosseiro ou de uma visão equivocada, mas era a única observação possível dado o grau de desenvolvimento teórico daquele momento.

A imagem dessas emulsões, aos olhos de uma pessoa comum ou mesmo de um estudante de Física, pode parecer um conjunto de traços abstratos, mas aos olhos treinados de um físico de partícula, treinado no paradigma quântico, revela uma diversidade de partículas, suas massas, seus tempos de vida e desintegração. À medida que o paradigma

⁹ No final de 1946, Occhialini e César Lattes expuseram chapas fotográficas com novas emulsões e, por meio delas, conseguiram detectar 30 rastros de mésons (SEGRÉ, 1980).

quântico se articulava, os físicos podiam ver claramente as nuances do mundo microscópico nesse emaranhado confuso.

Figura 21 - Emulsão fotográfica de uma câmara de bolhas - Fermilab. (SEGRÉS, 1980, p.257).

Aprender a ler esse hieróglifo da natureza pressupõe uma grande sorte de contextualizações. Somente depois de um certo número de observações orientadas por uma linguagem e critérios compartilhados é que o estudante passa por uma transformação de seu pensamento que o habilita a perceber e distinguir os elementos dessa imagem.

Chalmers (2011) cita outro exemplo importante, de como um aprendiz de médico aprende a interpretar uma radiografia. Primeiro ele vê sombras, ouve a linguagem técnica dos assistentes sobre essas sombras e não consegue nada reconhecível nem se amparar nos discursos especializados. Aos poucos, ele começa a definir a imagem de órgãos como coração e costelas. Ao longo do tempo, refina sua percepção, observando casos diferentes, observando para onde os peritos apontam e o que dizem e, gradualmente, vai percebendo um rico panorama de imagens, carregadas de indícios sobre os sintomas analisados. O aprendiz entra num novo mundo, no qual ainda não vê tudo que os peritos apontam, mas as imagens já fazem muito mais sentido.

Outro exemplo, utilizado por Kuhn (1992), para evidenciar a relação entre o paradigma e nossa percepção, é o do pêndulo simples. Ele afirma que a imagem de um objeto balançando na extremidade de uma corda nada tem de incomum e é familiar ao homem numa série de situações cotidianas: um relógio de parede, um balanço de parque, um pingente, um lustre, podem ser todos vistos como um pêndulo. No entanto, chamar-lo

de pêndulo pressupõe toda uma série de transformações conceituais na maneira como concebemos o mundo e suas relações.

“Desde la Antigüedad más remota, la mayoría de las personas han visto algún objeto pesado balanceándose al extremo de una cuerda o cadena, hasta que finalmente queda en reposo. Para los aristotélicos, que creían que un cuerpo pesado se desplazaba por su propia naturaleza de una posición superior a una más baja hasta llegar a un estado de reposo natural, el cuerpo que se balanceaba simplemente estaba cayendo con dificultad (...) Galileo, por otra parte, al observar el cuerpo que se balanceaba, vio un pendulo, un cuerpo que casi lograba repetir el mismo movimiento, una y otra vez, hasta el infinito.”¹⁰ (KUHN, 1992, p.187).

Quando mostramos um pêndulo para a pessoa, ela pode perceber uma série de objetos, dependendo da rede conceitual que ativar. A aparência imediata é de uma pedra simplesmente balançando no fio, para frente e para trás. As imagens abaixo foram criadas neste trabalho como tentativa de ilustrar possíveis níveis de complexidade na representação de fenômeno, e a elaboração de novas relações possíveis de mundo ancoradas em cada rede de conceitos estabelecida.

Figura 22 - Pedra balançando num fio aparência imediata do fenômeno pendular.

Para uma pessoa com conceitos aristotélicos, trata-se de um corpo que tenta atingir sua posição natural, embaixo, de uma maneira que é dificultada pela interferência da corda,

¹⁰ Tradução do autor: “Desde a Antiguidade mais remota, a maioria das pessoas tem visto objetos pesado balançando-se no extremo de uma corda ou corrente, até que finalmente ficam em repouso. Para os aristotélicos- que acreditavam que um corpo pesado se deslocava, por sua própria natureza, de uma posição superior até uma posição mais baixa, até chegar a um estado de repouso natural - o corpo que se balançava simplesmente estava caindo com dificuldade (...) Galileu, por outro lado, ao observar o corpo que balançava, viu um pêndulo, um corpo que quase lograva repetir o mesmo movimento, uma e outra vez, até o infinito”.

que causa um movimento tortuoso durante certo tempo. Por outro lado, se essa pessoa estivesse imbuída de uma concepção Galileana, veria um corpo que repete seu movimento continuamente e com o mesmo período, em uma oscilação contínua. Essa pessoa, sim, estaria vendo um pêndulo.

“Galileo observó también otras propiedades del péndulo y construyó muchas de las partes más importantes y originales de su nueva dinámica, de acuerdo con esas propiedades. Por ejemplo, de las propiedades del péndulo, Galileo dedujo sus únicos argumentos completos y exactos para la independencia del peso (...) Todos esos fenómenos naturales los vio diferentemente de como habían sido vistos antes .”¹¹ (KUHN, 1992, p.187).

Galileu viu regularidades na queda do pêndulo, viu uma oscilação periódica, viu que a queda independe da massa e muitas outras relações porque, segundo Kuhn, ele havia tido uma formação que não era totalmente aristotélica, ele havia sido preparado para entender movimentos segundo uma teoria do final da Idade Média, a teoria do ímpeto. Segundo ele, até a invenção desse paradigma escolástico, não se viam pêndulos, apenas pedras oscilantes. Os pêndulos, como conceito que caracteriza o fenômeno da oscilação, começaram a existir graças a algo muito semelhante à mudança de forma da Gestalt, como veremos na ilusão do pato e do coelho, operada aqui por um paradigma.

Figura 23 - Pêndulo em oscilação periódica.

¹¹ Tradução do autor: “Galileu observou outras propriedades do pêndulo e construiu muitas das partes mais importantes e originais de sua nova dinâmica, de acordo com essas propriedades. Por exemplo, das propriedades do pêndulo, Galileu deduziu seus únicos argumentos completos e exatos para a independência do peso (...) Todos esses fenômenos naturais foram vistos por ele de maneira diferente como haviam sido vistos antes”.

Se essa pessoa conhecesse e utilizasse os conceitos da mecânica clássica (força atrativa, gravidade, matéria), ela veria na oscilação do pêndulo um jogo de forças: a tensão da corda sobre a massa e a atração entre a Terra e a massa. Ela poderia expressar a força resultante desse jogo pela relação matemática contida na segunda lei de Newton $\Sigma F = m \cdot a$, que explica a mudança de velocidade (a) de um corpo (m) quando ele sofre a ação de uma força (F). Com o conceito de força poderia explicar seu caráter variável em função do ângulo de oscilação, $m \cdot g \cdot \sin \theta$, e caracterizá-la como uma força de restituição que causa a oscilação. Imbuído desses conceitos, a imagem do fenômeno, agora, poderia ser assim representada:

Figura 24 - Pêndulo simples e a representação do diagrama de forças newtonianas.

Se saíssemos do universo de Newton e fôssemos para universo de Einstein, abandonaríamos as forças newtonianas, e entraríamos num universo de curvaturas do “tecido” espaço-temporal. Não há uma representação tridimensional do fenômeno, mas poderíamos inventá-la como uma depressão no tecido espacial se quiséssemos visualizá-lo.

Figura 25 - Pêndulo simples oscilando numa curvatura do espaço-tempo de Einstein.

Nesse novo sistema temos uma refundição ontológica do mundo, pois apesar de vermos o mesmo pêndulo oscilando, nós o vemos num universo de relações inteiramente novo. Como nos mostra Bachelard (1968) quando nos diz não se poder migrar do sistema newtoniano ao sistema de Einstein a não ser por “arrombamento”. O sistema newtoniano fornecia um quadro geral da realidade estável no qual algumas anomalias podiam conviver bem com a concepção de universo que propunha:

“Do ponto de vista astronômico, a refundição do sistema einsteiniano é total. A astronomia relativista não sai de modo algum da astronomia newtoniana. O sistema de Newton era um sistema acabado. Corrigindo parcialmente a lei da atração, aperfeiçoando a teoria das perturbações, havia numerosos meios para dar conta do ligeiro avanço do periélio de Mercúrio assim como de outras anomalias. Deste lado, não havia a necessidade de subverter de cima abaixo todo o pensamento teórico para adaptá-lo aos dados da observação. Vivíamos, aliás, no mundo newtoniano como numa residência espaçosa e clara. O pensamento newtoniano era de saída um tipo maravilhosamente transparente de pensamento fechado; dele não se podia sair a não ser por arrombamento” (BACHELARD, 1968, p.43).

Para Bachelard, é possível transitar entre esses dois mundos por uma indução transcendente, que reconfigure as relações do real, e não por uma indução amplificante, que simplesmente se apresente como uma descrição aprimorada ou mais sofisticada do fenômeno. Migrar por essas visões implica um salto de qualidade e não de quantidade de teorizações. Adiante em nossa livre invenção de representações, passemos para outro paradigma: a Física Quântica. Que tal se fôssemos além, para representar a partícula ou carga gravitacional responsável pelo fenômeno? A troca de grávitons no movimento pendular ...

Figura 26 - O Pêndulo troca partículas quânticas, grávitons, com a Terra.

Erros de representação à parte, o que nos importa é que cada uma dessas representações implicam escolhas paradigmáticas específicas, determinação dos limites de validade de teorias, acordos sobre a natureza do fenômeno representado, valorações e crenças. Em suma, elas implicam uma refundição não só da natureza do objeto observado, mas também da realidade como um todo.

Tanto Kuhn como Feyerabend, referindo-se à incomensurabilidade das teorias científicas, criticam uma visão unitária e cumulativa de ciência, apontando-a como principal fonte de ilusão e absurdo no discurso científico. No exemplo do pêndulo, Kuhn afirma que podemos ver alternadamente uma pedra balançando ou uma relação gravitacional, mas isso significa assumirmos contextos de observação completamente diferentes e incomensuráveis. É como se precisássemos habitar duas realidades diferentes para poder perceber o que está em jogo em cada uma delas, ao se observar um simples balanço de uma pedra (KUHN, 1992).

Figura 27 - Ambigrama do pato e do coelho. (MCNAUGHTON, 2007, p.32).

Segundo ele, essa mudança de perspectiva se opera como na ilusão causada pelo experimento gestáltico do pato e do coelho. Podemos perceber alternadamente, modificando nossa visão, o pato e o coelho, no entanto não conseguimos formar uma imagem única que resolva e integre essas duas imagens.

A mecânica de Newton habilitou-nos a ver o universo como um delicado e preciso jogo de forças em interação. Mas as representações não terminam aqui, talvez possamos representar esse pêndulo sem uso de forças, mas pelo espaço-curvo de Einstein, ou até mesmo pelos campos e partículas quânticos. Eis um desafio à nossa capacidade de representar o universo. Nele, é importante que percebamos que não se trata de escolher a

melhor e mais verdadeira explicação dos fenômenos, mas de reconhecer seus limites e contextos de validade. Assim, da mesma maneira que a Física newtoniana poder ser vista como um caso particular, limite, da Física relativística, para baixas velocidades ou $v \ll c$, a própria Física aristotélica ou galileana tem seu domínio de validade e circunscreve-se a certa gama de fenômenos.

Nessa exploração inicial sobre a natureza das ilusões, vimos como um conceito ou teoria podem moldar nosso olhar. A ilusão nessa abordagem é consequência da forma possível como representamos uma realidade devido à natureza das mediações que podemos com o mundo. Essa discussão pode ser uma contribuição importante à problemática das concepções prévias e à formação do perfil conceitual dos indivíduos (MORTIMER, 2000), uma vez que a questão que se coloca é como trabalhar, no contexto educacional, tais concepções que fazem parte da história de vida de cada indivíduo e norteiam sua relação com o mundo.

Num paralelo com o ensino de Física, o professor é o responsável por possibilitar no aluno as mediações para formação de critérios e percepção de contextos para a aprendizagem. Quando o aluno não tem a possibilidade de perceber o conhecimento que está adquirindo, insere-se numa teia mais ampla de relações, e fatalmente é vítima da incompreensão. A verdade e o erro no jogo da aprendizagem não se resolvem com a verificação empírica de um fato ou com a estruturação da coerência lógica das teorias. Mas se resolvem também, no jogo não visível dos paradigmas (MORIN, 2000). Por exemplo, a mudança de contexto ou uma zona de perfil conceitual, sem ser explicitada, pode produzir no aluno uma falsa percepção de continuidade que não lhe permitirá ir além de algumas operações de adestramento (uso de fórmulas, técnicas de resolução de exercícios), que não lhe permitirão situar-se num contexto mais amplo para compreender a natureza do conhecimento e seu processo de aprendizagem.

Quando falamos de aprendizagem de conceitos científicos é de suma importância que a convivência dessas formas de elaboração de pensamento seja levada em consideração, pois ela é uma fonte de não identidades de pensamento que engendram formas lacunares, uma vez que têm a aparência de entidades equivalentes.

Essa abordagem sugere, também, que haja uma hierarquia de lacunas que se estabelecem em vários níveis de interação, desde a elaboração de pensamentos elementares até a formação de conceitos. O que procuramos relacionar aqui são diversos

níveis em que se articula a ilusão do perceptual ao cognitivo, do biológico ao social que fornecem evidências para uma elaboração do conceito de lacuna como um sistema hierarquizado. No próximo capítulo, vamos ver como os conceitos de enunciado e gênero articulam essas dimensões.

CAPÍTULO 3

“Em cada época, em cada círculo social, em cada micromundo familiar, de amigos e conhecidos, de colegas, em que o homem cresce e vive, sempre existem enunciados investidos de autoridade que dão o tom, como obras de arte, ciência, jornalismo político, nas quais as pessoas se baseiam, as quais elas citam, imitam, seguem. Em cada época e em todos os campos da vida e da atividade, existem determinadas tradições, expressas e conservadas em vestes verbalizadas (...) Eis por que a experiência discursiva individual de qualquer pessoa se forma e se desenvolve em uma interação constante e contínua com os enunciados individuais de outros ” (BAKHTIN, 2006, p.294).

As mediações e lacunas se formam na maneira como indivíduos negociam e assimilam enunciados, compartilham conhecimento e estruturam uma representação de si e do mundo por signos linguísticos. Essa interação e negociação contínuas, nas quais formamos nossa experiência discursiva, podem sofrer inúmeras interferências - em graus diferentes de complexidade que vão desde um ruído na comunicação, até a perda de contextos de referência ou o desconhecimento de uma linguagem - que caracterizam situações lacunares. Nosso problema é entender como caracterizar uma lacuna em qualquer dessas múltiplas dimensões, relacionadas às situações de ensino-aprendizagem de ciências.

Para isso, vamos propor neste capítulo a inclusão do conceito de Gênero (BAKHTIN, 2006) como instrumento semiótico complexo para a caracterização de formas enunciativas que revelam estruturas compartilhadas de mediação nas diversas situações de ensino-aprendizagem.

A pesquisa que fizemos sobre gênero revela conexões importantes da relação de um indivíduo com seu meio social, quando aprende e forma sua visão de mundo. A noção de gênero constrói ligações entre as interações dialógicas que ele estabelece e sua cosmovisão.

Essa abordagem, centrada na produção e compreensão de formas enunciativas, permite caracterizar dois momentos do processo de construção de mediações: a lacuna e a enunciação, que dão o título ao trabalho e constituem o objeto de pesquisa. Em nossa perspectiva, o momento da enunciação marca a superação da lacuna, como momento de tomada de consciência e conquista da autonomia enunciativa do sujeito. Isso se dá dentro de diferentes patamares de relações que precisam ser caracterizadas. Esse é o propósito do capítulo.

3.1 O porquê do estudo da lacuna.

“Todo o ensino de conteúdos demanda de quem se acha na posição de aprendiz que, a partir de certo momento, vá assumindo a *autoria* também do conhecimento do objeto. O professor autoritário, que se recusa *escutar* os alunos, se fecha a esta aventura criadora. Nega a si mesmo a participação neste momento de boniteza singular: o da afirmação do educando como sujeito do conhecimento. É por isso que o ensino dos conteúdos, criticamente realizado, envolve a *abertura* total do professor ou da professora, à tentativa legítima do educando para tomar em suas mãos a responsabilidade do sujeito que conhece”. (FREIRE, 2000, p.140).

Vamos assumir desde o início que nossa grande questão sobre ensino-aprendizagem, é a questão da autoria. Que desejo maior podemos ter que não o de um aluno que se aproprie do conhecimento elaborado nas esferas da educação como um autor, ou seja, como alguém que usa o discurso para se inserir no mundo e criar nele. Um aluno que não se reconheça como autor está desvitalizado e repete enunciados vazios sem se apropriar deles. Tão grave quanto o problema do aluno é o do professor que não se reconhece como autor do conhecimento que manipula e lamenta sua condição de educador. Emerge aí uma lacuna que atinge diversos níveis de relação social.

A outra face da lacuna, o processo de enunciação, elaborado pela teoria bakhtiniana, guarda profunda relação com a noção de autoria freireana exposta acima. Essa noção fundamenta nossa análise sobre as possibilidades discursivas que se formam nas relações de ensino-aprendizagem, pois aprofunda a reflexão sobre o momento a partir do qual o aprendiz se apropria de um gênero discursivo para produzir seus próprios enunciados e construir seu projeto discursivo.

Nosso problema de pesquisa envolve discussões dos últimos trinta anos sobre a práxis educativa, que elucidam a dimensão social na construção compartilhada do conhecimento a partir de uma abordagem complexista. Dessas discussões extrairemos os pressupostos que nos permitem definir a aplicação do conceito de gênero discursivo ao ensino de Física.

Os marcos teóricos dessa discussão têm como pressuposto a relação dialética entre mente humana e cultura, na qual, a mente humana é ao mesmo tempo criadora e originada na cultura. Nessa concepção, o aspecto central é a construção do significado, entendido

como o vínculo mediador entre a mente e a cultura, e sua relação com a plasticidade da estrutura cognitiva humana.

“A construção do significado implica a possibilidade de situar adequadamente as coisas, os estados, as ações etc. nos contextos culturais da realidade (...) Os significados estão na ‘mente’, mas sua origem se situa na cultura, a qual assegura sua negociação e, por último, a comunicação”. (VILA, 1998, p.56).

Isso que dizer que o homem é um ser que opera no plano da consciência e utiliza um sistema semiótico de natureza social, articulado e internalizado. Ele conceitua o mundo, a si mesmo, representa simbolicamente sua relação com os outros e seus estados interiores: vive, sabe que vive, pensa e sabe que pensa, revela-se pela palavra criada e assimilada, observa-se, age deliberadamente sobre seu próprio universo psicológico. Em todos esses processos, revelam-se construções de natureza cultural, social e histórica. Essas construções estão fortemente relacionadas aos mecanismos de compartilhamento de significados.

Assim, o conhecimento e a comunicação devem ser entendidos como processos inseparáveis, como um modo de operação interdependente, o que nos permite definir o núcleo do processo de conhecimento como a construção de significados compartilhados, como já discutimos. Os aportes da psicologia cultural, de matriz filosófica materialista, foram determinantes para o desenvolvimento dessas ideias.

A influência da filosofia materialista nessa linha teórica tenta superar a separação entre sujeito e objeto, entre indivíduo e cultura que marcam todo o debate anterior até Piaget. Essa matriz materialista assume, antes de tudo, o primado gnosiológico da matéria (LÊNIN, 1982), ou seja, a existência de um mundo (realidade) exterior que está representado em nossa consciência por meio dos conceitos. No entanto, diferentemente das formulações do materialismo vulgar, o materialismo dialético assume que o mundo e suas dimensões de realidade não se apresentam imediatamente à nossa consciência, imprimindo-se nela diretamente pela experiência pura. O mundo exterior ultrapassa a percepção imediata nessa concepção que propõe a percepção mediada, ou seja, a experiência como um ponto fundamental de nosso acesso ao mundo exterior, mas seu reflexo no pensamento é expressão da internalização de práticas histórico-sociais estabelecidas pelos sujeitos.

As realidades representadas se constroem nas interações simbólicas de grupos socialmente organizados em contextos culturais específicos, portanto, o que existe é a

realidade mediatizada pela cultura. As formas de representação produzidas nessas interações são o fundamento da ontologia marxista, materialista dialética, que assume não um mundo exterior, fixo e absoluto, mas um mundo dinâmico, constantemente transformado pela ação dos homens na produção social de sua existência. Nessa perspectiva, entendemos que cada posição diferente ocupada pelos sujeitos nos quadro de relações sociais lhe faculta um tipo de mediação e um horizonte de visão.

Segundo Cole e Scribner (VILA, 1998), ao enfatizar as origens sociais da linguagem e do pensamento, Vigotsky foi o primeiro psicólogo moderno a sugerir os mecanismos pelos quais a cultura se torna parte da natureza de cada pessoa. Ele uniu psicologia cognitiva com neurologia e fisiologia para relacionar as funções psicológicas e a atividade cerebral. Adicionou a essa análise a dimensão histórica marxista da sociedade humana, lançando as bases para uma ciência comportamental unificada. Estendeu o conceito de mediação da interação homem-ambiente pelo uso de instrumentos ao uso de signos. Os sistemas de signos (formas de linguagem), assim como os instrumentos, são criações das sociedades humanas que se transformam ao longo de sua história. Vigotsky (2007) acreditava que a internalização dos signos produzidos culturalmente provoca transformações no comportamento dos indivíduos que interferem no seu desenvolvimento e, por isso, radica o desenvolvimento individual na sociedade e na cultura, aspecto central na tradição marxista.

A psicologia cultural buscou ampliar essa linha de pensamento desenvolvendo seus aspectos sistêmicos e hierárquicos. A psicologia cultural, herdeira dessa tradição propõe que a cultura seja algo mais amplo que signos compartilhados por grupamentos humanos. Ela busca ampliar a noção de cultura proposta por Vigotsky para além da amálgama de instrumentos artificiais utilizados pelos indivíduos e dá ênfase a aspectos sociais mais amplos – macrossistemas – como atividades sociais organizadas, instituições, e sua inter-relação com a mediação dos instrumentos artificiais no âmbito individual – microssistemas (WERTSCH, 1985). Isso nos interessa especificamente, pois a lacuna se refere a uma rede de processos e relações.

3.2 A construção de uma visão sistêmica da lacuna.

Toda relação educativa é sempre uma relação que pode promover o reequipamento do sujeito cultural pela introdução de meios artificiais em seus processos psicológicos. Para

entender os processos educacionais, seja no âmbito escolar, onde a intencionalidade educativa está claramente presente, seja em situações em que a educação se dá de maneira mais difusa e menos deliberada, a necessidade de relacionar a dimensão microgenética e social tornou necessária a inclusão de um novo nível de análise, elaborada pelo conceito de contexto, inicialmente pensado como as condições circundantes, espaço que envolve determinada interação e, posteriormente, formulado como o conjunto de interações constituídas numa determinada forma de interação social. Ou seja, contextos não são somente combinações de pessoas, (amigos, casais, funcionários) num meio físico determinado (casa, rua, empresa), mas incluem a constituição de interações visando a certos objetivos e obedecendo a certas regras compartilhadas.

A compreensão do contexto como sistema complexo, aberto e dinâmico, em que os indivíduos continuamente negociam sentidos para sua ação, revelou-se ferramenta integradora de perspectivas teóricas que abordam a comunicação entre os sujeitos envolvidos em relações de ensino-aprendizagem:

“A idéia de contexto é essencial para entendermos os agentes sócio-culturais históricos reguladores das práticas sociais e dos discursos. Nesse sentido, contexto deve ser considerado como o integrador entre a malha social e o discurso que engendra.” (RODRIGUES, 2009, p.50).

Essa visão implica a participação efetiva dos agentes envolvidos nas situações de ensino-aprendizagem para que haja sucesso no empreendimento. A disposição para aprender determinado conteúdo deve, pois, ser negociada para que os participantes se tornem progressivamente conscientes do contexto em que atuam, de modo que se apropriem dos objetivos, finalidades, regras, códigos etc. Cole (1996) propõe a metáfora da tessitura coletiva, na qual o contexto é algo que se tece junto, algo que se forma pela multiplicidade de ações individuais coordenadas.

Essa dimensão de análise, desvalorizada por correntes de pensamento de caráter inatista, e mesmo pela ideia piagetiana de autoestruturação, marca um momento de revalorização do papel daquele que ensina como mediador cultural da relação do sujeito com o objeto de conhecimento e, além do mais, revaloriza o papel dos conteúdos específicos de aprendizagem no desenvolvimento das capacidades individuais.

Os sujeitos não se desenvolvem naturalmente, independentemente dos propósitos e conteúdos específicos, dos contextos e atividades. Seu desenvolvimento é fruto das

interações necessárias que ele estabelece com seu grupo, com linguagens próprias, num contexto específico. A perspectiva vigotskiana explicita a necessidade e a vontade de incidir na aprendizagem específica de cada indivíduo.

“A educação pressupõe maiores ou menores graus de intencionalidade de influir no processo de aprendizagem de uma pessoa, a qual comporta decisões sobre o que se deve aprender e em que condições.” (RODRIGUES, 2009, p.62).

Esse tema tem muita relevância para esta pesquisa, porque é somente no contexto de uma interação educativa real que podemos caracterizar uma lacuna, uma vez que ela necessita de uma explicitação profunda de marcos contextuais para ser percebida como tal.

Nesse ponto de vista, os mecanismos de influência e intervenção educativa adquirem centralidade como categorias de análise, pois explicitam que acordos e mediações estão sendo estabelecidos numa relação. A necessidade de intervenção nas visões de mundo dos aprendizes implica a redescoberta dos percursos e compromissos que delimitam a prática educativa. Os sujeitos em interação alteram, enriquecem e complexificam sua visão sobre os sentidos que produzem e as relações que estabelecem entre si. Estabelece-se uma negociação intensa de significados, valores, realidades, verdades que demarcará as formas de consciência e a liberdade dos sujeitos envolvidos. Utilizamos o conceito de sentido aqui na acepção vigotskiana:

“O sentido de uma palavra é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência. É um todo complexo, fluido e dinâmico, que tem várias zonas de estabilidade desigual. O significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa (no contexto específico). Uma palavra adquire seu sentido no contexto em que surge; em contextos diferentes, altera seu sentido. O significado permanece estável ao longo de todas as alterações de sentidos. O significado dicionarizado de uma palavra nada mais é do que uma pedra no edifício do sentido, não passa de uma potencialidade que se realiza nas diversas formas na fala.” (VIGOTSKY, 2005, p.181).

Essa ideia, de ressignificação em contextos, ganha uma modelagem mais poderosa quando articula a noções de contexto e o modelo cognitivo de perfil conceitual numa perspectiva ampliadora, que considera não somente os critérios epistemológicos, mas os axiológicos, ontológico, cognitivo, comunicativo etc. (RODRIGUES, 2009). Ela contribui para mostrar como se estruturam num mesmo indivíduo as zonas de um sentido dependendo dos

contextos em que está integrado como um dos elementos da interação educativa. Os contextos podem ser pensados em diversos níveis de complexidade que abrangem relações em larga escala (macrocontextos) e pequena escala (microcontextos):

“Chamamos de macro-contexto e micro-contexto as representações das hierarquias de contexto. Para cada macro-contexto podemos associar diversos micro-contextos, que dependem diretamente do recorte realizado e do objeto analisado. Se tomarmos uma sociedade como um macro-contexto, teremos diversos micro-contextos associadas, como o micro-contexto escolar, familiar, religioso etc. Por outro lado, ao macro-contexto escolar associamos diversos microcontextos, seja uma aula de física, de biologia ou de história (disciplinas) ou mesmo às áreas de ciências exatas ou humanas. Podemos, também, tomar uma aula de física como um macro-contexto, o qual pode ser associado diversos micro-contextos como, por exemplo, a resolução de problemas, a aula expositiva, o momento da demonstração, estudo do meio ou a realização de uma experiência. Em cada um dos micro-contextos aparecem diferentes oportunidades discursivas para a construção da intersubjetividade e, por sua vez, oportunidades distintas de formação e utilização de diferentes zonas dos perfis conceituais. Com este tipo de hierarquização podemos fazer recortes na complexidade do fenômeno “ensino-aprendizado de ciências”, os quais definirão acesso às zonas de perfis conceituais estabelecidos, que podem ser criadas ou modificadas.” (RODRIGUES, 2009, p.62).

Mais à frente, propomos que o gênero seja pensado nessas dimensões para compreender os diversos enquadramentos da enunciação, bem como as formas de lacunas correspondentes.

3.3 O problema do compartilhamento de significados e da intersubjetividade.

Os processos de comunicação, desde os anos noventa, têm ganhado especial relevância nos debates sobre a construção compartilhada de significados. Uma rica confluência de ideias foi produzida entre zona de desenvolvimento proximal (ZDP), mediação semiótica e comunicação humana.

A aprendizagem na perspectiva vigotskyana pressupõe uma natureza social específica e um processo pelo qual as crianças entram na vida intelectual daqueles que as cercam. A noção de ZDP mostra, na relação de aprendizagem, o parceiro mais capaz estabelecendo um espécie de empréstimo de consciência, por meio da qual o aprendiz se apropria da linguagem e dos conceitos, formulando pensamentos cada vez mais complexos, que põem à prova a capacidade do tutor em responder às novas questões que surgem dessa interação,

num processo contínuo de negociações de significado. Não somente o aprendiz transforma seu pensamento na interação, o parceiro mais capaz também recria suas forma de interação, sua linguagem, suas formas de acesso ao outro.

Por isso, podemos ver o aluno como um ser inserido num fluxo enunciativo ao qual tanto reage, quanto dele participa e o nega, o transforma e dele se apropria. Nele, assume papéis e perspectivas diferentes multiplicando os planos enunciativos da interação. A relevância da dimensão enunciativa implica uma nova noção de internalização e ZDP. As categorias de Vigotsky: interação, signo, palavra discurso, internalização e ZDP, ganham nova dimensão com a inclusão do referencial bakhtiniano para a compreensão dos tipos de discurso e enunciados com o intuito de um detalhamento das facetas da aprendizagem científica que intentamos realizar.

Esses autores organizam sua reflexão em torno da interação social, cujo corpo é o signo e a palavra, e com a teoria bakhtiniana dos gêneros do discurso encontramos ferramentas conceituais para caracterizar essa reflexão. As categorias vigotskianas podem ser pensadas como:

- interação: vista como circulação de discursos
- signo, palavra, discurso e língua: refrator da ideologia
- discurso interno e discurso externo: psiquismo social
- internalização: apropriação de discursos
- ZDP: empréstimo enunciativo e complexificação enunciativa.

Enfatizando os aspectos semióticos de atividades de aprendizagem estabelecidas na educação de crianças, os trabalhos de Wertsch (1989) baseados em Rommetveit (1979) apontam para uma releitura da noção de intersubjetividade nas interações comunicativas.

O conceito de intersubjetividade tem uma larga tradição na linguística e, em sua formulação clássica, representa o conhecimento comum que os interlocutores possuem previamente sobre o tema compartilhado, objeto do diálogo. Esse conhecimento compartilhado assegurava e garantia o sucesso da comunicação, pois se assumia a intersubjetividade como garantida, como estabelecida desde o início do encontro dos falantes. Tomada como pressuposto da comunicação, restava compreender nessas análises como ela era mantida e desenvolvida para o sucesso da comunicação. Críticas a essa posição apontam que o entendimento mútuo parece ser não apenas um pré-requisito necessário de qualquer comunicação humana, mas também o objetivo da comunicação (VILA, 1998).

Rommetveit propõe que não se deveria pressupor um estado assegurado de intersubjetividade, mas se deve questionar que processo o criou, como ele se estabeleceu. Ou seja, não basta que os falantes tenham a mesma língua e partilhem os mesmos signos, pois a situação do diálogo não está dada desde o início, sendo preciso negociá-la, uma vez que as perspectivas, os significados e os contextos de cada falante sobre o assunto do qual se fala podem ser radicalmente distintos. Durante o processo de comunicação, contínuas releituras da fala do outro são realizadas pelos participantes, que operam delimitações de critérios e mecanismos de intervenção, até que se estruture uma teia comum de significados compartilhados. Essa teia assegura que a comunicação se efetue e os falantes possam influenciar-se mutuamente. Mesmo assim, com essas permanentes negociações, a comunicação sempre será incompleta no sentido de perceber a totalidade das definições do outro, e poderá inclusive não se efetuar.

O trabalho de Wertsch revelará que, no transcurso da interação social, ambos interlocutores, modificam e transformam a sua compreensão do cenário discursivo, dando ao fluxo das negociações caminhos imprevisíveis para que a comunicação se mantenha ou se crie. Isso nos coloca o problema de que, não importa em que campo da comunicação humana, não há um caminho especificado e objetivo para o qual os falantes se dirigem, mas eles recriam, o tempo inteiro, direções diversas para a construção dos sentidos.

Acreditamos que a própria noção de ZDP possa ser caracterizada, nessa orientação, como o espaço das negociações entre os parceiros envolvidos na relação. Numa vertente de análise que se centra no aspecto enunciativo, podemos tentar abarcar simultaneamente as condições da interação, os tipos de discursos e a apropriação do conhecimento pelos indivíduos.

Assim, o êxito da interação dependerá das progressivas negociações entre os parceiros para que se produza e se compartilhe uma situação interativa na qual algum grau de intersubjetividade é criado. Nessas negociações diversas atitudes, procedimentos semióticos utilizados no transcurso da interação social, garantem o êxito quando os aprendizes conseguem situar-se em relação ao contexto de aprendizagem: nomear elementos, conectá-los entre si e hierarquizá-los na estruturação de um cenário, testar pequenas ações indutivas, produzir hipóteses, explicitar critérios de escolha e organização, produzir marcos de referência (COLL & ONRUBIA, 1993) e compartilhar contextos, são momentos que se organizam não de forma linear, mas complexa, fractal. Wertsch (1988) se

refere a essa relação como o desafio semiótico que se estabelece na ZDP e que possibilita a internalização das relações e procedimentos.

Com esses apontamentos, consideramos que, no âmbito da interação social, não só se operam trocas simbólicas, organização de mediações, ações valorativas, mas formas de pensamento e novas configurações sobre realidade, critérios de verdade e modos de ser e se relacionar. O reconhecimento do outro, como meu interlocutor, é o ponto central do êxito comunicativo e como construção compartilhada de significados. Essa categoria nos leva a uma reflexão mais profunda sobre a construção de significado e a atribuição de sentido ao processo educativo.

3.4 Aprendizagem como responsabilidade e a construção de sentidos comuns.

A questão do êxito comunicativo traz ao debate o problema dos significados comuns e dos sinais linguísticos que podem ser tomados como prova de compreensão e acordo entre os sujeitos. Como vimos, a interação entre os falantes nunca é um processo efetivo, conclusivo, mas sempre aproximativo, parcial e dinâmico. Sua natureza dialógica necessita que abordemos mais a fundo as intenções dos falantes e sua dimensão valorativa para a construção do sentido. Linell (2003) fala de uma assimetria de conhecimento, necessária para mobilizar uma interação comunicativa. Uma assimetria na qual reconhecemos o outro e ao mesmo tempo o estranhemos, o que gera uma tensão potencialmente mobilizadora de acordos comuns. Para Foppa (1995), a compreensão mútua parece ser baseada não só no estabelecimento de correspondência de significado entre falante e ouvinte, mas também na convergência entre as intenções globais do falante e as interpretações dos ouvintes. Segundo Rommetveit (1979), os interlocutores mostrarão mais ou menos responsabilidade epistemológica e compartilharão perspectivas, dependendo de como reconhecem, nesse processo negociado, o sentido e o valor dos assuntos e preocupações reais humanas.

Quando estamos inseridos no espaço das relações cotidianas (âmbito familiar, espaços informais, relações de amizade), o entendimento mútuo tende a ser mais facilmente assegurado, pois as atividades e experiências são extremamente significativas e rapidamente adquirem valor funcional e sentido para os envolvidos. Por isso, jovens e crianças em processo de aprendizagem no âmbito do cotidiano, rapidamente se apropriam dos conhecimentos adquiridos nesse âmbito e os põem em prática.

Em contrapartida, no âmbito escolar essas relações não estão tão claras, ou não são facilmente compartilhadas, o que torna difícil aos alunos atribuírem valor e se apropriarem dos objetos de aprendizagem propostos. Por não estarem claras para os alunos as relações de mediação, nem explicitados os propósitos e critérios que lhe apresentam tal combinação de tarefas e conteúdos, e como para os que ensinam os conteúdos, atividades e propostas curriculares parecem ser autoevidentes e justificar-se por si mesmos. A construção do significado, intersubjetividade e motivação que se estabelecem são insuficientes, obstaculizando o processo.

“À vezes, tendemos a pensar que um bom material didático ou uma atividade bem organizada e programada tem por si mesma uma virtude mágica que garante o desenvolvimento infantil e resistimos a crer que sua mera realização, se não tem valor funcional para quem a realiza, serve muito pouco.” (VILA, 1998, p.71).

Dessa forma, uma análise da prática educativa que busque compreender a construção compartilhada de significados levando em conta o plano microgenético deve ser capaz de incluir em sua modelagem, além dos conhecimentos prévios e da relação do aprendiz com novos conhecimentos, os aspectos motivacionais implicados na interação do mediador cultural com o aprendiz e do aprendiz com o objeto de conhecimento. Assim, o sentido que um estudante atribui aos conhecimentos ou à atividade implicada em sua aprendizagem será decisivo para o êxito interativo quanto maior for a amálgama entre os conhecimentos prévios que possui e a dimensão motivacional que se conseguir estabelecer.

A noção Ausubeliana de aprendizagem significativa (1976) desbravou aspectos lógicos e psicológicos dessa questão, mas isolou a motivação no âmbito atitudinal do aluno e não a trouxe para o processo complexo de interação e negociação. Com isso, mesmo que um aprendiz esteja numa situação didática organizada com significação lógica e psicológica, se ele não construir uma rede valorativa que lhe permita encontrar motivação para se apropriar do objeto de conhecimento, ele dificilmente construirá novas significações.

Como sugere Dalri (2010), a motivação dos agentes mediadores tem forte influência no engajamento dos sujeitos nas atividades de aprendizagem e na apropriação dos objetos e ferramentas de conhecimento. Ter a vivência de uma relação motivadora negociada, dentro e fora da escola, assegura o comprometimento e a atitude responsiva dos sujeitos.

“O papel da escola como motivadora se torna ainda mais importante quando não se têm vivências favoráveis fora dela. Assim, o professor aparece como sendo um grande influenciador dos estudantes em sua relação com o saber.” (DALRI, 2010, p.120).

Em seu trabalho, Dalri propõe que se explicita a dimensão axiológica conectada ao perfil conceitual dos estudantes e professores, cuja importância na constituição de visões que os sujeitos possuem da realidade e nos processos atitudinais de tomada de decisão é fundamental. Esse perfil ampliado é uma instância que modula e hierarquiza os significados e os sentidos. Em suma, essa visão nos mostra como a construção do significado, ou mais amplamente do sentido está imbricada com a dimensão valorativa de mundo (com o plano microgenético) de cada um.

A negociação valorativa atua também como um mecanismo de legitimação das práticas escolares que produz convergências importantes para a negociação dessas práticas, dada a diversidade de motivações que os indivíduos trazem para a relação escolar. Como propõe Vila (1998), uma das chaves para compreender essa negociação nos remete à análise da atividade interpessoal e comunicativa que se estabelece entre o aprendiz e o mediador cultural, de modo que as atividades e estratégias propostas não só deem suporte ao estudante durante a atividade que realizam, mas explicitem os sentidos que promovam naquele que aprende a necessidade interna para a continuidade do processo. A ideia é despertar no aprendiz uma zona valorativa que possa ser ativada em outras esferas da vida.

Mais à frente, nós abordaremos no pensamento de Bakhtin como a construção do sentido inclui ainda a dimensão dialógica da língua viva, validada nas relações sociais.

Até agora, propusemos que as interações em contextos de ensino-aprendizagem, nas práticas educativas, devem possibilitar a apropriação, por parte do aprendiz, de mediações que visem à sua progressiva autonomia em relação aos saberes aprendidos, por isso, temos orientado nossa argumentação pelo ponto de vista da intervenção dialógica.

Concebemos o processo de ensino e aprendizagem como um processo social e histórico, culturalmente determinado e dependente das práticas interacionais. Com isso, recuperamos conceitos centrais do pensamento vigotskiano: interação e internalização, que, à luz da do processo enunciativo de Bakhtin, serão elaborados agora como a circulação dos discursos e a internalização dos discursos em circulação. A noção de gênero discursivo é fundamental para viabilizar a compreensão e organização das formas discursivas em

circulação, seus objetivos pedagógicos, além dos significados compartilhados para cada forma materializada de discurso.

Falar ciência, expressar-se cientificamente, enunciar, como socioconstrução, só não será um esquema esvaziado de sentido, mecânico, repetidor, limitado a uma aprendizagem funcional, se inserido em práticas discursivas e usos significativos, conduzidas para a apropriação da autonomia do aprendiz.

A apropriação de uma linguagem se dá numa situação prática, numa situação de uso significativo, formatado num gênero. Assim, os diversos discursos (falados ou escritos), elaborados em gêneros, construídos em interação com o aprendiz devem ser pensados num processo contínuo de construção social, negociado na interação, deve ser elaborada numa situação real, no sentido de ser uma relação possível, expressão de uma interação real e, acima de tudo, relevante para vida. Por isso afirmamos a enunciação como superação da lacuna.

3.5 A questão da aprendizagem como processo de enunciação.

Finalmente, chegamos ao nível mais abrangente de nossa análise que nos permitirá revelar a conexão sistêmica das práticas educativas. A incorporação de contextos sociais mais amplos, no estudo das práticas educativas, expressa a singularidade das formas de mediação para a reprodução de mecanismos sociais que atualizam para os indivíduos as relações, normas, valores, crenças, compromissos sociais, do cenário cultural em que se desenvolve sua prática. Este aspecto vincula-se à questão da enunciação e dos gêneros discursivos.

Antes de tratarmos a questão dos gêneros discursivos, é importante frisar que esses mecanismos sociais, norteadores da interação dos indivíduos por meio de marcos contextuais, privilegiam certas formas discursivas e significados em detrimento de outros. Como propõe Rodrigues (2009), a intersubjetividade é consolidada quando locutor e interlocutor compartilham um contexto. Isso implica constantes negociações de sentidos, na qual são feitas concessões mútuas.

“Assim, ao identificar uma configuração de marcos de contexto, um sujeito privilegia determinados significados. Esse privilégio manifesta uma configuração de sentidos possíveis que é utilizada na tentativa de comunicar e que, na interação dialógica abre espaço para o estabelecimento de uma intersubjetividade (Rommetveit, 1979; Wertsch,

1985). O contexto disciplinar delimita as possibilidades discursivas (enunciados e ações) sendo, neste sentido, um regulador da interação.” (RODRIGUES, 2009, p.78).

Na perspectiva de compreender como o material semiótico da interação reflete e refrata marcos contextuais mais amplos, Wertsch (1993) discute de que forma os diferentes cenários históricos, socioculturais, institucionais, se vinculam a diversas práticas sociais e propõe a análise dos gêneros discursivos como forma de mediação da ação individual nas quais se expressam os referidos cenários: o gênero representa uma cosmovisão que molda nossa forma de pensar, de nos relacionarmos com os outros, de criarmos uma hierarquia de valores em diversos níveis de profundidade. Com isso estabelece um vínculo profundo com o pensamento de Bakhtin.

Para Bakhtin, a linguagem é produto da atividade humana realizada por grupos socialmente organizados, e seus signos refletem e refratam, em todos os seus elementos, a organização econômica e sociopolítica da sociedade que a produziu.

“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 produto da interação viva de forças sociais. É assim que o psiquismo e a ideologia se impregnam mutuamente no processo único e objetivo das relações sociais.” (BAKHTIN, 1995, p.66)

Pelo signo, estão conectados consciências individuais, relações sociais e os horizontes ideológicos que expressa essas relações.

“Todo signo, como sabemos, resulta de um consenso entre indivíduos organizados no decorrer de um processo de interação. Razão pela qual as formas do signo são condicionadas tanto pela organização social de tais indivíduos como pelas condições em que a interação acontece. Uma modificação dessas formas ocasiona a modificação do signo (...) Realizando-se no processo da relação social, todo signo ideológico e, portanto, também, o signo linguístico vê-se marcado pelo horizonte social de uma época e de um grupo social determinados.” (BAKHTIN, 1995, p.44).

Os signos internalizados são o encontro do indivíduo com o mundo, e a atividade psíquica é a expressão semiótica desse contato. Esse pressuposto ontológico da realidade do ser social, estabelecido na produção da vida humana em sociedade, possibilita a elaboração de uma unidade de análise complexa que rompe e inova com relação à tradicional análise linguística. Assim, em oposição à estrutura fragmentária que analisava a linguagem em seus

elementos: o fonema, as palavras, os significados, as frases, as orações etc., características da tradição estrutural ou gerativa (generativista), Bakhtin propõe como unidade de análise o enunciado ou a enunciação (*viskazivanie*), ou seja, a interação verbal, na qual ele enfatiza a análise das relações que se estabelecem entre a produção, a situação extralinguística e, sobretudo, o falante (VILA, 1998).

“A lógica da consciência é a lógica da comunicação ideológica, da interação semiótica de um grupo social.” (BAKHTIN, 1995, p.36).

Essa perspectiva de análise nos permite elaborar a questão sobre que consciência o falante tem da posição que ocupa no fluxo da enunciação, ou seja, a que grupo pertence sua fala, a que grupo se dirige sua fala, em que contextos da vida estão relacionando-se, que finalidades extraem dessa prática e que referências se constituem, em suma, como as vozes se vinculam umas às outras, e que vozes aparecem na enunciação de alguém.

Nessa visão macroscópica, cada discurso encadeia-se a discursos numa rede complexa de estruturação de significações, valores, emoções, crenças etc., na qual um discurso é reação a outro, é conexão e conflito com outros. Isso constitui uma marca da dialogia bakhtiniana que se expressa desde seus primeiros trabalhos quando retrata um concerto de vozes, o jogo humano de inserção e posicionamento em relação ao outro no mundo. A própria vida como um todo adquire significado nesse jogo humano:

“Cada pensamento, junto com seu conteúdo, é um ato ou ação em que realizo meu propósito ou ação individualmente responsável [*postupok*]. É um de todos aqueles atos que fazem da minha vida única inteira um realizar ininterrupto de atos [*postuplenie*].” (BAKHTIN, 1993, p.21).

Todo o problema da significação, da valorização e do ser, no pensamento bakhtiniano, relaciona-se a como, quando e por que as vozes se põem em contato, ou seja, quando a voz de um ouvinte responde à voz de um falante no fluxo da vida.

Aqui vemos que Bakhtin não trata apenas da dimensão conceitual e semântica, mas vincula-se às dimensões ética e estética: ética no sentimento de confiança outorgada à tessitura do discurso do outro – produção de intersubjetividade; e estética no sentido da necessidade de que o outro passe por experiências e crie comigo – intervenção e interação criativas. Disso resulta uma dimensão política de escolha participativa – escolher uma forma

discursiva para transformar o fluxo discursivo, transformar ou outro e a si mesmo, que são implicações da atitude responsiva.

Diante disso, toda vida humana pode ser vista como um jogo de compreensão do outro, de nossa posição em relação a ele e da transformação responsiva de nossa condição. A categoria de responsabilidade guarda um caráter ontológico de afirmação do eu orientado ao outro, como centro arquitetônico do fluxo da vida, pensada como ato único de autocriação dos sujeitos (ZAVALA, 1996). Essa orientação, território da intersubjetividade, define nos atos enunciativos, os significados das palavras:

“Essa orientação da palavra em função do interlocutor tem uma importância muito grande. (...) Através da palavra, defino-me em relação ao outro, isto é, em última análise, em relação à coletividade. A palavra é uma espécie de ponte lançada entre mim e os outros. Se ela se apóia sobre mim numa extremidade, na outra apóia-se sobre o meu interlocutor. A palavra é o território comum do locutor e do interlocutor.” (BAKHTIN, 1995, p.113).

Por isso, a compreensão é resultado do nível conexão entre os sujeitos, e a verdade não se encontra isolada no mundo nem no interior de uma única pessoa, mas se estabelece na interação dialógica entre pessoas que a buscam coletivamente. A unidade do mundo está na tessitura das múltiplas vozes que participam do diálogo. Assim como não existe primeira nem última palavra, não existe primeira nem última verdade, mas verdades que se constitui na linguagem e por meio dela ao longo da história. A unidade do mundo é polifônica.

Baseando-nos nessa reflexão, podemos dizer que o ato de compreender o enunciado de alguém significa muito mais do que assimilar um conceito ou um critério lógico, mas significa também encontrarmos nosso lugar num contexto enunciativo para a articulação de nossas possibilidades responsivas. Tendo em vista a natureza dialogal e responsiva de toda a compreensão verdadeira, passaremos a pensar o problema da compreensão e da lacuna pelo processo da enunciação:

“Aprender a falar é aprender a construir enunciados (porque falamos por enunciados e não por orações isoladas e, evidentemente, não por palavras isoladas. Os gêneros do discurso organizam nosso discurso (...)) Nós aprendemos a moldar nosso discurso em formas de gênero e, quando ouvimos o discurso alheio, já adivinhamos o seu gênero pelas primeiras palavras.” (BAKHTIN, 2006, p.283)

Trataremos, portanto a aprendizagem da perspectiva do sujeito que se assume como enunciador e, para isso, fundamentaremos nossa análise na categoria bakhtiniana de gênero discursivo. Quem se assume enunciador supera as lacunas comunicativas ao se apropriar dos gêneros que operam dentro de certa esfera social de interação humana.

Por isso, é a partir dos gêneros que construiremos os elementos analíticos para pensarmos as práticas discursivas no ensino de Física em sua interconexão com as práticas discursivas do cotidiano, como veremos adiante. Por ora, para a finalização desse tópico, retomaremos dois aspectos da pedagogia freireana, a inconclusibilidade e a abertura, para ressaltarmos a dimensão ética e valorativa dessa questão: enunciar é trazer o conhecimento para vida. Enunciar é ser.

“Eu me sinto seguro porque não há razão para me envergonhar de desconhecer algo. Testemunhar a abertura aos outros, a disponibilidade curiosa à vida, a seus desafios, são saberes necessários à prática educativa. Viver a abertura respeitosa aos outros e, de quando em vez, de acordo com o momento, tomar a própria prática de abertura ao outro como objeto da reflexão crítica deveria fazer parte da aventura docente. A razão ética da abertura, seu fundamento político, sua referência pedagógica; a boniteza que há nela como viabilidade do diálogo. A experiência da abertura como fundante do ser inacabado que terminou por se saber inacabado (...) o sujeito que se abre ao mundo e aos outros inaugura com seu gesto a relação dialógica em que se confirma como inquietação e curiosidade, como inconclusão em permanente movimento na História.” (FREIRE, 2000, p.154).

3.6 Gêneros, Lacuna e Ensino de Física.

Essa dimensão social da linguagem, essa natureza social da enunciação, ligada a atividade de grupos socialmente organizados que fixam práticas de produção e reprodução da vida social, adquirem centralidade na análise quando assumimos a conceitualização dos gêneros discursivos. Por meio dela, Bakhtin nos define como falantes em contínua interação, que escolhem seus enunciados intencionalmente, a partir de repertórios marcadamente definidos por grupos sociais organizados (a família, a escola, o trabalho, a política, a ciência etc.).

“O *centro* organizador de toda a enunciação, de toda expressão, não é o interior, mas o exterior: está situado no meio social que envolve o indivíduo. Só o grito inarticulado de um animal procede do interior, do aparelho fisiológico do indivíduo isolado. É uma reação fisiológica pura e não ideologicamente marcada. Pelo contrário, a enunciação humana mais

primitiva, ainda que realizada por um organismo individual, é, do ponto de vista de seu conteúdo, de sua significação, organizada fora do indivíduo pelas condições extraorgânicas do meio social. A enunciação enquanto tal é um puro produto da interação social, quer se trate de um ato de fala determinado pela situação imediata ou pelo contexto mais amplo que constitui o conjunto das condições de vida de uma determinada comunidade linguística.” (BAKHTIN, 1995, p.121).

Imersos nessa corrente social de falas humanas vivas, a todo o momento, selecionamos, escolhemos e nos referimos a falas sociais, apropriamos-nos delas para produzir nossos enunciados e nos posicionarmos em relação a elas, respondemos a elas para interferir e influenciar nossos interlocutores. Bakhtin, desde seu trabalho *Para uma filosofia do ato ético*, postula que a linguagem é uma construção social substancialmente heterogênea, um meio compartilhado, conflitivo e complexo, de discursos dentro de discursos, enunciados dentro de enunciados, mas simultaneamente encadeando-se em redes de discursos sobre outros discursos, enunciados sobre outros enunciados, compondo uma forma arquitetônica¹² social viva e dinâmica de vozes que se interinfluenciam, esse é o fundamento da língua.

“A vida começa apenas no momento em que uma enunciação encontra outra, isto é, quando começa a interação verbal, mesmo que não seja direta, ‘de pessoa a pessoa’, mas mediatizada pela literatura.” (BAKHTIN, 1995, p.179).

As principais categorias semióticas bakhtinianas: ventrilocução, hibridização, dialogia, polissemia e polifonia expressam reconhecimento do outro (responsabilidade) e impregnam-se de dimensões valorativas (axiológica), que modulam nossas experiências vivenciais e as representações que construímos dessas relações. Mergulhados nesse fluxo contínuo de vozes que nos permeiam continuamente, criador de mediações para nossa compreensão valorativa de mundo, estruturamos também nosso próprio projeto de discurso, que não só se realiza ao nomear e representar os elementos do mundo, mas, de uma forma cada vez mais complexa ao enunciar, comunicar e dialogar com os outros em novos marcos contextuais. Esse processo de criação discursiva que incorpora as vozes dos outros em nosso

¹² Em sua obra, *Questões de literatura e estética* (A teoria do Romance), (1993), Bakhtin analisa como a forma arquitetônica determina a escolha da forma composicional, ou seja, a forma composicional é marcada por uma intencionalidade enunciativa que, por sua vez, se referencia numa estrutura organizativa e estabilizadora da enunciação.

projeto discursivo, Bakhtin chama de bivocalidade ou discurso bivocal, conceito que integra as noções de enunciado, da responsabilidade e da dialogia.

“As palavras do outro, introduzidas na nossa fala, são revestidas inevitavelmente de algo novo, da nossa compreensão e da nossa avaliação, isto é, tornam-se bivocais. (...) O nosso discurso da vida prática está cheio de palavras dos outros. Com algumas delas fundimos inteiramente a nossa voz, esquecendo-nos de quem são; com outras, reforçamos as nossas próprias palavras, aceitando aquelas como autorizadas para nós; por último, revestimos terceiras das nossas próprias intenções, que são estranhas e hostis a elas.” (BAKHTIN, 1999, p.195).

Esse fluxo de reapropriação de vozes sociais posiciona todo aquele que enuncia em relação aos outros falantes e grupos socioculturais definindo-o como sujeito (PACKER, 2000), e nos fornece base para a compreensão de perfis ontológicos, de uma ontologia dinâmica, que se conforma nas relações de ensino-aprendizagem, que define formas de ser no mundo. Essas formas de ser definirão o que se percebe ou não, o que valoriza ou não, o que se assume ou não. Essas formas de ser é que ligam a estrutura interna do sujeito a novas mediações que lhe ampliam sua zona de desenvolvimento, essas formas de ser que lhe define o que é lacuna ou não.

Duas outras noções de Bakhtin vêm fortalecer essa modelagem teórica: a ventriloquia (ventrilocução) e a hibridização. O primeiro conceito alude novamente ao fato de estarmos imersos numa cadeia complexa de enunciações e que a todo o momento ouvimos, reproduzimos, mimetizamos, tentamos aprender, rejeitamos. Quando aprendemos a falar testamos as palavras e seus efeitos sobre os outros marcando posições particulares nos cenários discursivos, ao mesmo tempo outras vozes, na polifonia social de vozes, falam através de nossa voz incorporando nossa fala a marcos contextuais específicos. Esses são momentos de nosso projeto discursivo em que moldamos nosso discurso pelo do outro, e neles, o sentido das palavras vai aos poucos, de forma mediata, descortinando-se pelo falante, no fluxo da cadeia enunciativa, pelas pressões laterais que sofre do grupo, no contexto em que a usa, pela explicitação de sua intencionalidade, pela consciência de sua posição no território das falas sociais.

O outro termo, hibridização, nos mostra como as palavras que enunciamos têm duplo sentido: um para o objeto do discurso e um para o discurso do outro com que nos relacionamos, aspecto sem o qual nunca exploraremos as dimensões semânticas e valorativas de um discurso, sem as quais não é possível aprofundar a análise sobre o perfil

conceitual dos sujeitos em todas as suas dimensões (epistemológica, ontológica e axiológica). Assim, um mesmo enunciado pode ser visto como um mescla de linguagens social, espacial e temporalmente distintas, integração de pontos de vistas distintos sobre o mundo, de consciências linguísticas distintas, que na análise literária conduziu ao conceito de cronotopo: dimensões espaço-temporais distintas da natureza enunciativa, determinada pela posição dos sujeitos falantes.

Imersos nas formas enunciativas, a todo o momento os sujeitos reorganizam sua experiência de mundo e sua posição nele, produzindo formas enunciativas híbridas que marcam momentos de seu encontro e de sua convergência com o outro. É por meio dessas formas híbridas discursivas que, na participação no fluxo enunciativo, o sujeito se constitui como membro de uma comunidade, e toma consciência de sua intencionalidade como sujeito enunciador. Em suma, esse encontro turbulento das vozes sociais (polifonia) recria os sujeitos em interação.

Sobre esse embate de perspectivas de mundo, o gênero e a orientação social do enunciado, redimensionam o problema da comunicação e do entendimento como um problema de consciência dos contextos de validade enunciativa e produção de sínteses enunciativas que integram visões de mundo contraditórias. É nesse encontro que se situa o problema da lacuna discursiva.

“O emprego da língua efetua-se em forma de enunciados (orais e escritos) concretos e únicos, proferidos pelos integrantes desse ou daquele campo de atividade humana. Esses enunciados refletem as condições específicas e as finalidades de cada referido campo não só por seu conteúdo (temático) e pelo estilo da linguagem, ou seja, pela seleção de recursos lexicais, fraseológicos e gramaticais da língua, mas, acima de tudo, por sua construção composicional. Todos esses três elementos estão indissolivelmente ligados no todo do enunciado e são igualmente determinados pela especificidade de um determinado campo da comunicação. Evidentemente, cada enunciado particular é individual, mas cada campo de utilização da língua elabora seus *tipos relativamente estáveis de enunciado*, os quais denominamos *Gêneros do discurso*.” (BAKHTIN, 2006, p.262).

Os gêneros delimitam o estoque de recursos lexicais para representar uma prática social determinada, as formas de estilo pelas quais esses recursos são combinados para expressar cada aspecto dessa prática social e a marca de cada grupo participante dessa prática. Finalmente, os gêneros organizam os temas, definidores dos sentidos compartilhados, que determinam a natureza semântica e valorativa dos enunciados.

A pesquisa que fizemos sobre gênero revela um sistema conexões importantes da relação de um indivíduo com seu meio social, quando aprende e forma sua visão de mundo. A noção de gênero constrói ligações entre as interações dialógicas que se estabelecem e sua cosmovisão. Um caminho que vai do dialogismo à forma arquitetônica.

Dialogismo→ Polifonia→ Ventriloquia→ Heteroglossia→ Responsabilidade→ Eu/Outro→ Ato→ Evento→ Enunciação→ Construção e Negociação de Significados→ Gênero → Arquitetônica

Conceitos-chave que sustentam a noção de gênero discursivo para a modelagem comunicacional que propomos. A modelagem centra-se não na palavra ou no signo isolado, mas no enunciado em suas formas sociais de utilização, formas estabilizadas pelo uso e pela reprodução de relações sociais num contexto.

Num determinado meio social, nós, como membros de uma sociedade, como usuários da língua nela utilizada, expressamos nossas ideias, pensamentos, emoções, vontades e desempenhamos diversos papéis sociais por meio da língua; cada uma dessas funções é expressa por meio de enunciados, que, ao mesmo tempo, são a concretização da língua, das formas de utilização do código, que carregam a visão de mundo de cada usuário, sendo, portanto, únicos. A produção de enunciados, dessa maneira, irá refletir as condições e os objetivos do meio social no qual se insere, seja ele acadêmico, político, religioso ou de qualquer outra natureza.

Para se comunicar, portanto, os usuários utilizam-se de enunciados que serão, necessariamente, marcados por aspectos específicos de seu meio. Esse usuário não vai recriar a forma e o conteúdo de seu discurso toda vez que for se comunicar. Ou seja, existem tipos de enunciados que são considerados padrão e são utilizados em determinadas situações. É nesse sentido que Bakhtin se refere aos gêneros como tipos “relativamente estáveis” de enunciados.

Essa poderosa ideia de tipos relativamente estáveis de enunciados permite-nos realizar recortes nas inúmeras e multiformes situações de ensino científico e reconhecer estruturas que se reproduzem nas formas pelas quais ele é praticado. Nessa arquitetura, podemos entender os gêneros em termos de seu propósito social, no contexto de sua esfera de circulação, abarcando suas formas primárias e secundárias. Nessa perspectiva, os gêneros são um fator de interação social, articulador da forma e do conteúdo dessa interação. Ele não é só uma forma material de realização de um enunciado (um texto escrito,

uma carta, um livro, um apresentação oral, uma fala cotidiana), ele é também um enquadramento de mundo que revela certos aspectos da realidade social dos falantes em detrimento de outros. Cada gênero possui determinadas formas de visão e concepção de realidade, além de diferentes graus de complexidade para representá-la.

“Si nos acercamos al género desde el punto de vista de su vínculo temático interno con la realidad en proceso de generación, podremos decir que cada género posee sus recursos y modos de ver y concebir la realidad que sólo a él le son accesibles (...) Cada género, si en verdad se trata de un género significativo, es un complejo sistema de recursos y modos de dominación conceptual y de conclusión forjadora de la realidad.”¹³ (BAJTIN, 1994, p.213).

Bakhtin relaciona todo o processo de compreensão e evolução do pensamento à elaboração de enunciados e gêneros. Além disso, estabelece uma relação entre graus de consciência, mediação e domínio de gêneros.

“Se puede decir que la consciencia humana posee todo un repertorio de géneros internos para la visión y la concepción de la realidad. Una consciencia puede ser más rica en géneros, otra más pobre, de acuerdo con el medio ideológico en que una consciencia determinada se desenvuelve.”¹⁴ (BAJTIN, 1994, p.214).

Cada gênero novo se constitui a partir de gêneros já existentes, mas, em seu interior, se operam reagrupações dos elementos dados em uma nova forma que possibilita novo acesso ao mundo.

Apesar dos muitos tipos de gêneros, relacionados às inúmeras esferas sociais de uma sociedade humana, Bakhtin estabelece uma distinção entre gêneros primários e secundários.

Bakhtin considera como gêneros primários todas as circunstâncias em que uma comunicação verbal é realizada de forma rápida, sintética, automática e espontânea, como caracterizam a maior parte das situações enunciativas do cotidiano, com isso, definiríamos como gêneros primários: uma conversa em família, uma réplica, uma carta ou *e-mail* informal, um programa televisivo, conversas ao celular etc.

¹³ Tradução do autor: “Se nos aproximarmos do gênero desde o ponto de vista de seu vínculo temático interno com a realidade em processo de geração, podemos dizer que cada gênero possui seus recursos e modos de ver e conceber a realidade que somente a ele são acessíveis (...) Cada gênero, se na verdade se trata de um gênero significativo, é um complexo sistema de recursos e modos de dominação conceitual e de conclusão forjadora da realidade.”

¹⁴ Tradução do autor: “Pode-se dizer que a consciência humana possui todo um repertório de gêneros internos para a visão e a concepção da realidade. Uma consciência pode ser mais rica em gêneros, outra mais pobre, de acordo com o meio ideológico em que uma consciência determinada se desenvolva.”

Os gêneros secundários, por sua vez, sofreram um processo de formação a partir dos gêneros primários, e aparecem em circunstâncias mais complexas tanto em relação a formas como a conteúdos. Eles se relacionam a uma elaboração mais profunda e formal da língua, ancorada na elaboração de conceitos científicos, em critérios mais complexos de detalhamentos e precisão dos significados. Assim, consideraríamos gêneros secundários, um romance literário, um discurso científico, político para citar algumas dessas formas mais elaboradas. Um discurso científico, por sua vez, pode ser expresso numa carta técnica, num relatório de pesquisa, numa tabela de dados ou num tratado filosófico epistemológico para exemplificar alguma de suas formas.

A necessidade de elaboração e complexificação discursiva, numa determinada esfera de relações sociais, num certo tipo de interação entre indivíduos, é o que vai determinar a validação do tipo de gênero empregado em detrimento de outro. Por sua estrutura composicional, lexical, estilística, os gêneros possibilitam níveis diferentes de interação dialógica e fluxo enunciativo, possibilitando certos tipos de negociação de significados. Essa interação determina enquadramentos que delimitam os significados possíveis que são construídos no jogo dialógico, nesse sentido, cada gênero revela e oculta aspectos dos significantes. Cada uma dessas formas ativa processos mediadores diferentes, em diferentes níveis de complexidade.

Se considerarmos os gêneros, apenas em sua materialidade, como uma forma discursiva concreta, podemos caracterizar um aspecto do enquadramento. Por exemplo, uma carta caracteriza um gênero primário, contém estruturas composicionais características para tratar informações num certo nível de complexidade: curtas descrições, narrativas associadas a expressões emotivas, indagações e réplicas.

Ela pode ser usada como gênero secundário, como numa coletânea de cartas, para compreender uma faceta elucidativa da vida de um escritor ou cientista. No entanto servirá, de forma limitada, para um estudo científico mais complexo da elaboração de sua teoria, de sua modelagem matemática. Um relatório experimental ou uma obra de divulgação científica apresentariam um recorte completamente diferente e, em consequência, produziram mediações que transformariam o significante para uma relação de forma e conteúdo mais apropriada.

Ensinar Física por cartas, por exemplo, mostra a dimensão das idiossincrasias, produção humana, não definitiva, transitória e histórica. Podemos acompanhar momentos

do desenvolvimento de uma ideia por um cientista e ter acesso a mediações inacabadas, processos que revelam seu percurso pelo conhecimento, a construção gradual de um argumento, aspectos que não aparecem em outros gêneros.

O gênero implica não só enquadramentos, mas a estabilização de formas de interação social. Cada gênero possui determinados referentes, uma determinada forma de composição e um determinado estilo. Assim, os usuários de uma determinada esfera social de atividade produzem e incorporam continuamente enunciados, que, por sua vez, constituirão gêneros que expressarão um tema, um estilo e uma composição, que refletem a esfera social na qual são continuamente produzidos. O gênero possibilita a reprodução de prática, ou seja, o conhecimento dos gêneros que cada usuário possui, ainda que nem sempre, de maneira explícita, contribui para os processos de produção, incorporação e reprodução dos gêneros em cada esfera social.

“Falamos apenas através de determinados gêneros do discurso, isso é, todos os nossos enunciados possuem *formas* relativamente estáveis e típicas de *construção do todo*.” (BAKHTIN, 2006, p.282).

Falamos, enunciamos, utilizamos a língua pelos gêneros, em contextos muito específicos nos quais reproduzimos e criamos. Temos um rico repertório de gêneros adquiridos pelas interações que estabelecemos em cada esfera da vida social. No entanto, não dominamos todas as manifestações, pois elas são tão diversas quanto são as esferas da vida social. Em cada esfera nova em que penetramos, precisamos reaprender a falar, identificar suas formas enunciativas, apropriar-nos dos gêneros ali produzidos.

“Aprender a falar significa aprender a construir enunciados (por que falamos por enunciados e não por orações isoladas e, evidentemente, não por palavras isoladas). Os gêneros do discurso organizam o nosso discurso da mesma forma que o organizam as formas gramaticais (sintáticas). Nós aprendemos a moldar nosso discurso em formas de gênero.” (BAKHTIN, 2006, p.283).

Quando nos apropriamos do gênero nos inserimos e criamos no fluxo enunciativo da esfera da qual estamos participando. Pelo gênero, antecipamos e prevemos o enunciado do outros, entendemos sua orientação, criamos intersubjetividade.

O problema da lacuna está nesse processo, como usuários da língua, podemos falar e nos expressar muito bem num gênero e não termos domínio algum em outro:

“Muitas pessoas que dominam magnificamente uma língua sentem amiúde total impotência em alguns campos da comunicação precisamente porque não dominam na prática as formas do gênero de dadas esferas. Frequentemente, a pessoa que domina magnificamente o discurso em diferentes esferas da comunicação cultural, sabe ler o relatório, desenvolver uma discussão científica, fala magnificamente sobre questões sociais, cala ou intervém de forma muito desajeitada em uma conversa.” (BAKHTIN, 2006, p.285).

Nesse sentido, o falar científico, em suas diversas manifestações, pode parecer uma língua estranha, como ilustra a charge de S. Harris apresentada abaixo:

Figura 28 - Debate científico constitui um gênero secundário e pode parecer uma língua estranha para quem não a domina. (www.sciencecartoonplus.com).

Por isso, Bakhtin relaciona o domínio do gênero a nossa capacidade de nos comunicar e entender nossa posição no mundo. É pelo gênero que descobrimos nossa individualidade como falante que participa do fluxo enunciativo e se inscreve nele, ou seja, é pelo gênero que realizamos nosso projeto discursivo.

Essa ideia é importantíssima quando definimos o ensino de Física como gênero, ou melhor, um campo constituído de gêneros. O trabalho *Física: uma língua(gem)* (MENDES, 2010) faz um levantamento extensivo e abrangente dos tipos de gênero que aparecem no ensino de Física focando-os em sua materialidade, sua forma concreta: o experimento, o problema, o vídeo, o gráfico etc. Esse levantamento é importante para que consigamos

abarcam a diversidade de formas em que o ensino de Física se manifesta. No entanto, precisamos realizar uma organização em conjuntos relacionadas a subesferas dentro da esfera de ensino, ou, formulando de outra maneira, precisamos organizar esse conjunto extensivo a campos de gêneros como proposto por Rastier (2001).

“Si le domaines d’activité correspondent aux discours, entre les discours et les genres, il faut reconnaître une médiation, celle des *champs génériques*. Un champ générique est un groupe de genres qui contrastent, voire rivalisent dans un champ pratique: par exemple, au sein du discours littéraire, le champ générique du théâtre se divisait en comédie et tragédie; au sein du discours juridique, les genres oraux constituent un champ générique propre (réquisitoire, plaidoirie, sentence).”¹⁵ (RASTIER, 2001, p.230).

A ideia que propomos é pensar dentro da esfera da educação científica, o ensino de Física como um uma macroestrutura de gêneros, ou seja, um campo, constituído de gêneros relacionados cada qual com sua especificidade, constituindo um sistema de gêneros. O campo de gêneros seria uma estrutura organizada de gêneros concretos que serviria para resolver certas necessidades comunicativas de uma esfera social. Assim, no ensino de Física, podemos caracteriza diversas estruturas de campos de gêneros diferenciadas como as que encontramos num museu de ciências ou numa escola técnica.

Para um esboço rápido do que queremos dizer, representaremos uma lista simplificada de alguns campos de gêneros do ensino de Física reagrupando-os conforme atividades e gêneros que mais os caracterizam:

Esfera do Ensino de Ciências

Sub esfera do Ensino de Física

Campo de Gêneros - Ensino Técnico: (Gêneros: relatório técnico, manual de instrução, relatório experimental, livro técnico etc.)

Manipular instrumentos de medida

Montar tabelas de dados

Interpretar e construir gráficos

Analisar diagramas de montagem de dispositivos

¹⁵ Tradução do autor: “Se os domínios da atividade correspondem ao discurso, entre os discursos e os gêneros, é necessário reconhecer-se uma mediação, a dos *campos genéricos*. Um campo genérico é um grupo de gêneros que contrastam, e até mesmo rivalizam em um campo prático: por exemplo, no seio do discurso literário, o campo genérico do teatro divide-se em comédia e tragédia; no seio do discurso jurídico, os gêneros orais constituem um campo genérico próprio (acusação, defesa, sentença).”

Campo de Gêneros - Pesquisa: (Gêneros: artigo científico, livros teóricos, relatório de pesquisa, relatório experimental etc.)

Ler e produzir artigos científicos

Trabalhar a modelagem de fenômenos

Realizar testes experimentais

Realizar medidas e análise de dados

Campo de Gêneros - Ensino Vestibular: (Gêneros: provas de múltipla escolha, provas dissertativas, resumos, formulário, livro didático etc.)

Aprimorar a resolução de problemas

Saber aplicar formulários

Ler gráficos e relacionar com textos

Desenvolver processos mnemônicos

Campo de Gêneros - Divulgação Científica: (Gêneros: revistas, livros, documentários, jogos, exposições e shows etc.)

Criar representação de fenômenos em multimeios

Criar jogos interativos

Brinquedos científicos

Campo de Gêneros - Cotidiano: (Gêneros: conversa informal, falas normativas e prescritivas, bilhetes e mensagens, discussões, devaneios, indagações existenciais e apreciações etc.)

Demonstrar autoridade numa discussão

Apreciar um fenômeno natural

Elaborar um questionamento existencial

Justificar um procedimento para alguém

Por essa abordagem, podemos tratar um conceito como gravidade, por meio de enquadramentos bem distintos. Num museu de ciência, usaremos brinquedos que simulem gravidades maiores, com os quais as pessoas possam sentir a dificuldade de se mover numa

gravidade mais intensa, jogos eletrônicos para simular fenômenos em campos gravitacionais diferentes do terrestre, filmes, dispositivos etc. No campo da pesquisa, trabalharemos como dispositivos tecnológicos, como acelerômetros digitais que reconhecem a direção da gravidade e permitem aparelhos celulares reposicionarem fotos no visor, conforme a posição em que são dispostos. No campo do vestibular, resolveremos problemas sobre queda livre, energia potencial, velocidade de escape de foguetes, para conseguir operar com a formulação matemática da lei da gravitação. Em cada enquadramento produzido acima, teremos uma interação diferente que ativará uma percepção diferente do fenômeno gravitacional, ou seja, uma zona de perfil diferente.

No campo do cotidiano, por exemplo, pode-se relacionar uma diversidade de falas que denotam formas inesgotáveis de manifestação do gênero científico: duas pessoas conversando sobre saúde, comentando uma notícia científica alarmante ouvida no noticiário, comentando a beleza de um arco-íris etc. Essas formas enunciativas, em geral, caracterizam-se por um caráter mais sintético, imediato, espontâneo, de menor rigor científico, emotivo etc. Seria um despropósito utilizar elementos de um gênero secundário para responder a uma indagação infantil como mostra a charge de Harris.

Figura 29 - A criança pergunta à mãe: "Por que a grama é verde?". A mãe responde num gênero secundário.¹⁶ (www.sciencecartoonplus.com).

Em que outro gênero, senão no cotidiano, poderíamos trazer para ciência tantos aspectos emocionais, anseios, indagações, entonações, vitais para ressignificação do mundo.

¹⁶ Tradução do autor: "Simples – o íon de magnésio, agrupado com quatro íons de nitrogênio, constitui a porfirina, base da clorofila. Alguma outra pergunta?"

Um pergunta importante para definir, em relação a cada uma dessas formas de gênero, o que é uma lacuna, é a seguinte: qual a consequência sobre a aprendizagem de se assumir um gênero em detrimento de outro?

Numa investigação preliminar que fizemos, apresentada no artigo *Revisitando Projetos de Ensino de Física: uma perspectiva sociológica, histórica e linguística* (MATTOS, RODRIGUES; ORTEGA, 2011), mostramos como dois projetos de ensino de Física produzidos na década de 1970, o Projeto Harvard dos Estados Unidos e o Projeto PEF do Brasil, carregam a marca das condições sociais e históricas nas quais foram produzidos. A forma como organizam os gêneros produzem não só ênfases bem distintas, mas conceitos e concepções de ciência diferentes. No trabalho, analisamos como os projetos expressaram suas concepções de ciência e de ensino, que valores nortearam a escolha de certas formas discursivas em detrimento de outras, a organização de conteúdos e ênfases curriculares, e como isso se manifesta no texto didático. Por causa dos enquadramentos diferentes, um mesmo conteúdo tratado apresenta elaborações bem distintas, no que se refere à construção, às sequências, ao estilo. Podemos supor que a imagem de mundo internalizada por quem estuda Física por esses projetos é bem diferente quando manipulam cada um deles separadamente. São formas de enunciação, enquadramentos, redes conceituais, muito diferentes que formam visões de mundo distintas. É por meio de gêneros, também, que podemos entender as escolhas enunciativas feitas pelos professores e a visão de ciência que a elas estão atreladas.

Se o objetivo de um aluno são provas vestibulares, ele aprenderá um recorte específico da Física, por meio de formulários, algoritmos de resolução de problemas, leitura de gráficos e tabelas. Nesse processo desenvolverá uma visão muito restrita da Física, não menos interessante, mas tão especializada, que dificilmente conseguirá utilizá-la em outras esferas da vida e a abandonará tão logo saia dos contextos em que essa forma é validada. Se seu objetivo for manipular dispositivos digitais, robóticos ou for filosofar, compreender os limites de nosso conhecimento do universo, novas Físicas surgirão para ele, novas possibilidades de ser, novas mediações e novas lacunas. Cada escolha lhe possibilitará realizar um projeto discursivo diferente, como propõe Bakhtin:

“Quanto melhor dominamos os gêneros, tanto mais livremente os empregamos, tanto mais plena e nitidamente descobrimos neles nossa individualidade (onde isso é possível e necessário), refletimos de modo mais flexível e sutil a situação singular da comunicação; em suma,

realizamos de modo mais acabado nosso livre projeto de discurso.”
(BAKHTIN, 2006, p.285).

Podemos afirmar que o domínio de gêneros diversos, nos abre possibilidades para escapara de formas cristalizadas e alienantes que se estruturam em cada um deles. Terminamos essa sessão com as seguintes indagações para as quais tentaremos dar encaminhamento mais adiante:

Gênero é uma escolha?

É possível aprender por uma diversidade de campos de gêneros em Física ou devemos aceitar um campo único?

Como podemos tomar consciência de um campo de gêneros sem ter a experiência da diversidade deles?

Como podemos tomar consciência das possibilidades e limites de cada campo de gêneros?

3.7 As faces da enunciação: Arte Mágica e ensino de ciências.

Qual a relação entre ensino e mágica? Para esclarecer a correlação que propomos, precisamos negociar significados e redescobrir aspectos polissêmicos da palavra mágica e ensino. A palavra mágica contém uma ambiguidade: ela pode significar erro, engano, mas também pode significar fascínio, deslumbramento. Essa duas dimensões estão ligadas ao título deste trabalho: a lacuna e a enunciação.

Se pensarmos a mágica como logro, seu papel é impedir uma explicação, ludibriar, ela se apresenta como algo oposto ao ensino, que busca esclarecer, elucidar, produzir mediações. Mas se pensarmos a mágica como fascínio, seu papel é produzir assombro, estranhamento, mobilizar questionamentos, sentimentos e aflorar o encantamento. Por revelar que a ilusão é possível, por controlá-la. A mágica nos abre a possibilidade de refletir e questionar tudo aquilo que, antes, considerávamos natural.

Dessa maneira, devemos olhar para o professor e para o mágico como seres capazes de interferir na forma como vemos o mundo. Ambos, pelo discurso, podem revelar e ocultar, escolhem o que eles consideram digno de negociar e o grau de consciência que têm desse processo será determinante na estruturação de mediações e de lacunas. O mágico que não tem consciência dos momentos, durante sua interação com o público, em que a perda de

mediações é necessária para a construção do efeito, é um mal mágico, no sentido de que ele permite ao público ver o que não deveria ver, diminuindo ou mesmo aniquilando o efeito mágico. Ele deve controlar, pelo discurso (fala, gesto, espaço, tempo de ação etc.), os enquadramentos necessários, caso contrário, a mágica será revelada.

Da mesma maneira, um professor que não tenha consciência das lacunas que cria durante a relação de ensino-aprendizagem, é um mal professor, na medida em que não constrói mediações suficientes para que o aprendiz se aproprie do conhecimento que está sendo compartilhado, nem para que perceba sua situação lacunar. Sua figura torna-se hermética, e suas enunciações, por não explicitarem as mediações necessárias, têm a aparência de milagres, de mágicas.

"I think you should be more explicit here in step two."

Figura 30 - Está escrito no quadro negro: "Então um milagre acontece". O professor comenta: "Creio que deveria ter sido mais explícito no passo dois". (www.sciencecartoonplus.com).

Pelo contrário, o professor deve valer-se da lacuna para ampliar o reconhecimento aos critérios que validam os conceitos em jogo nas negociações. A lacuna serve de contraste para que o conceito compartilhado se estabeleça.

"Uma verdade só tem todo o seu sentido depois de uma polêmica. Não existe verdade *primeira*. Só existem erros *primeiros*. Por isso, é uma vantagem para o sujeito a sua experiência essencialmente malograda. A

primeira e mais essencial função da atividade do sujeito é errar. Quanto mais complexo for seu erro, mais rica será sua experiência. A experiência é a lembrança dos erros retificados.” (BACHELARD, 2008, p.79).

A Arte Mágica nos serve como metáfora da perda de mediação e da tomada de consciência, pois, ao mesmo tempo em que nos conduz a uma condição lacunar, cria-nos estranhamento, um sentimento que nos mobiliza a questionar. Assim, toda lacuna pode conter uma condição para sua superação. E sua superação não consiste simplesmente em eliminar os erros e distorções, mas sim em criar a consciência da lacuna. Não se trata de criticar a lacunas de uma condição, mas criticar uma condição criadora de lacunas.

CAPÍTULO 4

Nossa preocupação central é utilizar o conceito de gênero para classificar no ensino de Física certas estruturas discursivas¹⁷ que configuram situações lacunares.

Para caracterizar uma lacuna é importante que se compreenda a dinâmica viva dos processos de ensino-aprendizagem, a partir da dimensão enunciativa de análise, e é preciso redimensionar a forma de trabalhar a linguagem. A introdução da dimensão discursiva, centrada na enunciação, que privilegie a interação, deve reconhecer diferentes situações de interlocução que reconfigurem, em certos contextos, os significados compartilhados e evidenciem a apropriação dos gêneros.

Os critérios de classificação dessas formas discursivas não são claros e precisam ser construídos no movimento dessa dinâmica discursiva enunciativa. É preciso que captemos as falas vivas no jogo de negociação em sala de aula, comparemos com os registros escritos e as falas fora do espaço escolar. Por isso, é preciso termos claro que a complexidade da aprendizagem humana, nas interações discursivas, não pode ser compreendida unicamente por meio de uma metodologia abstrata. Perdemos a natureza dialogal responsiva quando nos atemos apenas a relações lógicas da linguagem, passíveis de redução e análise.

4.1 Aspectos metodológicos do uso do gênero

Para a organização de uma tipologia de análise, precisamos abarcar as formas da heterogeneidade enunciativa, preservando suas particularidades e, ao mesmo tempo, reconhecendo afinidades e características comuns que permitam a estruturação de uma classificação e de uma modelagem desse fenômeno dinâmico e complexo. Uma tipologia discursiva precisaria dar conta de aspectos bastante particulares e bastante gerais ao mesmo tempo, a fim de que encontremos critérios de mensuração. Particulares, para dar conta de forma previsível da diversidade e variabilidade das situações discursivas, dado o reconhecimento das condições de produção de um discurso. E bastante gerais para uma

¹⁷ Irene Machado, no artigo “Comunicação e estudos enunciativos: a contribuição de Roman Jakobson.” (in: BRAIT, 2001), aponta para o caráter impreciso do termo discurso, central para nossa reflexão. Apesar da variabilidade de usos do termo, discurso quer dizer a linguagem dentro de sua totalidade concreta e viva; o discurso, quer dizer a linguagem como fenômeno concreto total; discurso quer dizer enunciado (vyskazyvanie) ao qual a situação se integra como elemento indispensável a sua constituição estrutural, colocando o falante em contato com sua própria fala.

definição do que é constante, comum, de cada tipo isolado de enunciado, que permita seu reconhecimento. No entanto, precisamos evitar incorrer em categorias abstratas e vazias que não consigam dar conta da mutabilidade da lacuna. Bakhtin se refere a categorias desse tipo como ficções linguísticas:

“Até hoje, ainda existem na linguística *ficções* como ‘ouvinte’ e o ‘entendedor’ (parceiros do ‘falante’, do ‘fluxo único da fala’, etc.). Tais ficções dão uma noção absolutamente deturpada do processo complexo e amplamente ativo da comunicação discursiva. (...) Não se pode dizer que esses esquemas sejam falsos e não correspondam a determinados momentos da realidade; contudo, quando passam ao objetivo da real comunicação discursiva, eles se transformam em ficção científica.” (BAKHTIN, 2006, p.271).

Uma classificação de tipo estruturalista busca modelos classificatórios abstratos com efeito de normatividade, não dando lugar ao variável e heterogêneo. As tipologias desse tipo (descodificação de matriz saussureana ou argumentativa de Toulmin) apresentam um caráter formal abstrato, que permite a generalização, no sentido de suprimir os contextos de validade enunciativa. Nossa preocupação, no entanto, é formar uma visão de conjunto dos múltiplos contextos que ativam a polissemia das palavras nas formas enunciativas, portanto, estamos preocupados com a hipercontextualização e não com a descontextualização (SANTOS, 2009). Entendemos hipercontextualização como a formação de uma malha conceitual complexa que represente todas as formas enunciativas de um conceito de que o sujeito toma consciência. Isso se opõe à ideia de que um conceito se forma pela simplificação e abstração de suas características concretas.

Os formalistas russos que precederam Bakhtin, já haviam mostrado a consciência das dificuldades de produzir um modelo regido por princípios rígidos que não davam conta da variabilidade dinâmica e da historicidade das formas enunciativas e propunham a substituição de uma classificação lógica por uma classificação pragmática e utilitária (BRANDÃO, 2000). Para dar conta da representação da circulação e apropriação enunciações é preciso superar formas cristalizadas de significados e discursos.

Segundo Roxane H. R. Rojo, no artigo “Teoria dos gêneros em Bakhtin: construindo uma perspectiva enunciativa para o ensino de compreensão e produção de textos na escola” (in: BRAIT, 2001), a mudança de unidade de análise acarreta a mudança dos métodos de pesquisa: coleta, análise, registro. Novos conceitos interpretativos como vozes, gênero,

plano enunciativo, dialogismo postos em circulação na análise assim como novas categorias epistemológicas, linguísticas, enunciativas são convocadas: sintaxe e semântica dos enunciados, ecologia conceitual, perfil conceitual, contexto.

A mobilização dessas categorias visa a captar a multiplicidade de formas de ser do aluno e como ele incorpora o aprendizado de ciência em cada uma delas. A incorporação da dimensão bakhtiniana ao trabalho acarreta, também, algumas consequências teórico-metodológicas:

A unidade de análise passa da palavra/signo/conceito para o enunciado, levando-se em conta não apenas um registro específico, mas as situações enunciativas, seu contexto, seus temas, formas de acabamento (composição, estilo), acentos valorativos, vontades enunciativas. Com isso, estamos propondo olhar o fazer do aluno numa variedade de situações enunciativas: um conversa informal, suas anotações de classe, um prova, uma situação investigativa e argumentativa, um relatório experimental, um seminário, uma conversa num *chat* ou fórum digital, uma entrevista etc.

O enunciado passa a ter sentido, significado, circulação em situações concretas de sua produção (processo de enunciação). Assim, os marcos sociais, os enquadramentos institucionais, a condição social, a pertinência a um grupo, a identidade cultural passam a conter valor interpretativo, heurístico.

“Uma sequência sonora ou gráfica definida no espaço e no tempo, corporificada num objeto específico é um enunciado, assim, uma frase pode dar lugar a diversos enunciados. Num nível mais complexo, uma sequência de enunciados constitui o discurso, como realização e concretização de um texto.” (ROJO, in: BRAIT, 2001, p.64).

Realização e concretização no sentido de acontecimento num fluxo enunciativo e não de objeto produzido. Interessa-nos, sobretudo, o processo (enunciação) pelo qual esse objeto é produzido porque ele pode revelar as escolhas, crenças e valores dos sujeitos enunciadoreis.

Como consequência, a enunciação trará sempre a marca dialógica e polissêmica, mesmo quando tem a aparência de autonomia ou desamparo, conversa ou afasia, controle ou monologia. As falas de um aluno sobre ciência, nas mais diferentes esferas de circulação, fazem sempre referência a situações de inserção num fluxo enunciativo ao qual o aluno responde e em que se posiciona, e é ativado nas situações de aprendizagem. Assim, a

relação tradicional entre falante e ouvinte ganha uma multiplicidade de planos enunciativos. O contexto educacional cria o imbricamento de diversas situações de sua vida. O aluno elementos da esfera escolar para todas as esferas de sua vida e traz elementos delas para a esfera amplificando o processo enunciativo.

“A compreensão passiva do significado do discurso ouvido é apenas um momento abstrato da comunicação ativamente responsiva real e plena, que se atualiza na subsequente resposta em voz real alta. É claro que nem sempre ocorre imediatamente a seguinte resposta em voz alta ao enunciado logo depois de pronunciado (...) cedo ou tarde, o que foi ouvido e ativamente entendido responde nos discursos subsequentes ou no comportamento do ouvinte. Os gêneros da complexa comunicação cultural, na maioria dos casos, foram concebidos precisamente para essa compreensão ativamente responsiva de efeito retardado.” (BAKHTIN, 2006, p.272).

Uma tipologia enunciativa, portanto, está fundada nas diferentes formas de presença das marcas de enunciação do discurso. Essas marcas remetem aos contextos enunciativos e aos componentes da cena enunciativa: interlocutores, lugar, tempo, intenção. Dessa maneira, o diálogo do aluno com o professor, do aluno com o amigo, a escritura de um bilhete ou suas respostas numa prova, marcam momentos distintos de sua elaboração discursiva que precisam ser apreendidos e elaborados..

A articulação de uma visão de conjunto dessas diversas formas de enunciação permitirá que se compreenda a hibridização dos gêneros discursivos. A produção dessas formas híbridas indicará critérios para mensurarmos uma situação de estruturação de mediações ou de lacunas.

4.2 A dimensão retórica da análise discursiva

Segundo Helena H. Nagamine no artigo “Da língua ao discurso, do homogêneo ao heterogêneo” (in: BRAIT, 2001), a perspectiva de análise bakhtiniana posiciona-se em relação a uma dissociação que esteve sempre presente na história da reflexão ocidental: a dissociação entre o lógico e o retórico. O lógico, orientado para problemática da linguagem enquanto representação centra-se na relação entre o real e o verdadeiro, explora as condições do enunciado verdadeiro por meio de uma análise de proposições; o retórico, propriedade dos sofistas e dos retores, deixa de lado a questão da verdade para voltar-se para o estudo da força persuasiva do discurso, para a apreensão da linguagem como um

discurso produtor de efeitos, como poder de intervenção no real; nesse sentido, a retórica se inscreve plenamente no domínio do que hoje pertence à pragmática. Como discurso produtor de efeitos que reconfiguram o real para o sujeito é para onde, em nossa perspectiva, convergem os papéis de professor e de mágico.

Portanto, utilizamos gênero não em sua materialidade, em sua forma, mas em sua dimensão discursiva, como elaboração enunciativa estabilizada por práticas discursivas. A noção de gênero bakhtiniana incorpora uma mudança na concepção de língua enquanto representação da realidade para a de língua enquanto atividade, trabalho de um sujeito falante, inserido em práticas sociais.

“A semântica clássica, representacional, centrada na questão da verdade, da busca da adequação entre linguagem e realidade, é substituída por um novo paradigma teórico que concebe a linguagem como ação, como forma de atuação sobre o real e, consequentemente, de constituição desse real.” (NAGAMINE, in: BRAIT, 2001, p. 59).

Em suma, estamos problematizando a concepção de ensino não a partir de uma semântica representacional preocupada com os critérios de verdade das sentenças, mas com uma semântica discursiva preocupada com a atividade de um sujeito falante que se constitui no ato enunciativo individual de apropriação dos gêneros de ensino.

4.3 Enunciação e intervenção discursiva na análise qualitativa

Nosso trabalho se caracteriza como uma forma de análise textual qualitativa. Segundo Roque Moraes (2005), analisar discursos não é só apreender, mas também interferir em discursos, na medida em que esse ato já configura uma interpretação, uma interferência e o estabelecimento de mais um elo na cadeia enunciativa.

“O empenho de tornar inteligível a sua fala é apenas o momento abstrato do projeto concreto e pleno do discurso do falante. Ademais, todo falante é por si mesmo um respondente em maior ou menor grau: porque ele não é o primeiro falante, o primeiro a ter violado o eterno silêncio do universo, e pressupõe não só a existência do sistema da língua que usa mas também de alguns enunciados antecedentes – dos seus e alheios – com os quais o seu enunciado entra nessas ou naquelas relações (baseia-se neles, polemiza com eles, simplesmente os pressupõe já conhecidos do ouvinte). Cada enunciado é um elo na corrente complexamente organizada de outros enunciados.” (BAKHTIN, 2006, p.272).

Pensando nesses encadeamentos, na sucessão dos discursos, e na possibilidade de apreendê-los, Moraes caracteriza a análise textual como um processo emergente e auto organizado, amparado pela teoria da complexidade, e propõe etapas para a construção de um retrato de totalidades discursivas e a criação de categorias de análise.

Estabelece os seguintes momentos da análise:

1. Imersão discursiva: participação de um fluxo enunciativo.
2. Seleção valorativa de discursos: registro dos discursos a partir de certo olhar, de certas categorias prévias de análise.
3. Construção de contextos: entender a dinâmica da manifestação de múltiplas vozes e os acordos que criam.
4. Redefinição de valores: recriação das categorias de análise a partir das interações emergentes no fluxo enunciativo.
5. Manipulação de discursos: reorganização e seleção dos discursos mais representativos do fenômeno analisado.
6. Reinterpretar e reelaboração: criação de um *metatexto*, que recombina elementos, classifica, organiza, interpreta os materiais analisados.
7. Aprendizagem e compreensão reconstruídas: interpretação do objeto de estudo, conectando suas partes em torno de uma tese que lhes de sentido e coerência.
8. Intervenção no mundo discursivo: o envolvimento dialógico com o objeto estudado produz uma atualização discursiva nos sujeitos participantes
9. Escolha política: realização de um projeto discursivo.

Ao Trabalharmos como o discurso em suas manifestações é preciso caracterizá-lo como uma gama variada de produções enunciativas: material escrito, registro de material falado, depoimentos, entrevistas, discussões em grupo, bilhetes, referências a conversas cotidianas etc. A análise desse material, segundo Moraes, pressupõe um momento de *desconstrução – isolamento – reconstrução*: isolar enunciados de um *corpus*, interpretá-los, construir categorias, reconstruir os discursos enriquecidos dessa interpretação.

Toda leitura é uma interpretação, uma seleção, um recorte valorativo, uma resposta ao outro, ou seja, é responsiva. Nunca é neutra, nem objetiva e, como seleção valorativa do discurso, permite que se produza um metatexto: sintetiza, organiza, classifica e apresenta as

principais interpretações de um conjunto de materiais discursivos submetidos à análise, em busca de uma compreensão mais elaborada dos discursos.

O ato classificatório implica o processo de unitarização (MORAES, 2005): fragmentar e separar os enunciados que compõem um texto (definido pelos objetivos da pesquisa). O processo cria um conflito entre a parte e o todo que pode descaracterizar o contexto ou o objeto analisado. A unitarização permite o destaque, o foco e a liberdade para construir novas relações, mas comporta o risco da perda da visão de conjunto e descontextualização.

A reorganização dos fragmentos implica o processo de categorização: etapa fundamental da análise em que se criam sistemas de classificação e categorias que representem e organizem os enunciados analisados, recompondo a perspectiva de conjunto, enriquecida por referenciais que explicam o fenômeno estudado. As categorias podem ser estabelecidas *a priori* por uma matriz teórica ou podem ser emergentes, resultantes da construção fenomenológica do processo. As primeiras, apesar de facilitarem o processo da análise, acarretam o problema de o pesquisador somente enxergar significados que se enquadram nas categorias já determinadas. A segunda, tecida no fazer da pesquisa, nas interações estabelecidas com as múltiplas vozes emergentes nos textos que analisa, torna o processo mais lento, trabalhoso, incerto pelo fato de ser um caminho que se constrói no próprio processo. Também, apresentam um grau maior de especificidade, particularidades que se prendem ao fenômeno e ao processo da pesquisa.

Finalmente, elabora-se o processo de interpretação: implica a produção de um texto analítico que combine descrição e interpretação. Descrever é enumerar e apresentar as propriedades e qualidades mais relevantes. Interpretar é teorizar, conectar essas propriedades em torno de uma tese que lhes dê sentido e coerência.

O processo de reconstrução marca o momento de reapropriação das falas sociais e intervenção nos discursos.

“A análise textual representa uma forma de intervenção nos discursos culturais e sociais referentes aos fenômenos investigados, representando isso a qualidade política do processo.” (MORAES, 2005,p.108).

Nesse momento, ocorrem as reestruturações cognitivas e discursivas que caracterizam um mergulho discursivo (auto-organização). Impregnar-se e envolver-se com o

objeto estudado, promover a atualização discursiva, constituir-se como observador interventor.

“A análise textual qualitativa pode ser entendida como a explicitação cada vez mais elaborada de elementos de discursos dos contextos em que se concretiza uma pesquisa, entretanto ao mesmo tempo em que ajuda a explicitar elementos discursivos, possibilita reconstituir um exercício de participação na reconstrução dos discursos” (MORAES, 2005, p.111).

A metáfora Mergulho Discursivo pretende mostrar que uma análise textual qualitativa pode ser entendida como um processo simultâneo de aprendizagem e comunicação, processo que envolve um mergulho profundo e impregnação intensa em elementos linguísticos relativos aos fenômenos investigados.

4.4 O registro de situações enunciativas

Na mesma linha, os trabalhos de Roth (2005) apontam para a integração das perspectivas linguística e da psicologia sociointeracionista no ensino de ciências. Roth propõe abarcar essa complexidade comunicativa, o cruzamento de informações sobre as interações e produções do aluno e múltiplos contextos. Isso se realiza pela análise de materiais diversificados registrados nesses contextos: filmagem da aula, diário de bordo, entrevista com aluno, registro dos materiais escritos, conversas informais etc. Ou seja, a tentativa de captar a perspectiva do aluno numa variedade de situações enunciativas, situações concretas de produção, formais e informais, nas quais é possível observar a emergência de enunciações científicas. Assim, um aluno que lê um artigo científico, manipula um *software* (simulador), conversa com um amigo fora da escola, resolve um problema de vestibular, manifestará a forma como internalizou um conceito de maneiras bem distintas, de modo que é em relação a essas formas de enunciar o conceito que manifestará ou não as mediações que conseguiu estruturar. Cada aluno o fará por caminhos muito próprios que produzirão recortes e enquadramentos diferentes sobre o mesmo fenômeno estudado.

Para compreender as mudanças de perfil do aluno em cada contexto, Roth propõe uma análise microgenética, que busca captar as particularidades das interações estabelecidas pelos estudantes em cada contexto.

“Central to microgenetic analysis are intense and repeated collections of material evidence at moments leading up to and through occasions in which there is a cognitive change. (...) Microgenetic analysis (...) constitutes a powerful tool to get at the figure/ground configurations that appear to research participants in the task domain.”¹⁸ (ROTH, 2005, p.203).

O autor usa o termo figure/ground (contraste) para se referir à natureza dependente do contexto dos processos enunciativos manifestados pelos alunos. Em cada situação, em cada recorte é possível caracterizar uma situação lacunar em relação ao perfil de conceitos utilizado pelo aluno dado o contexto de interação.

Por limitações e trabalho, não realizamos uma coleta extensiva de materiais de análise nem a análise de sequências didáticas completas. Restringimo-nos a retratar alguns momentos episódicos nos quais, dentro de uma sequência didática, acreditamos se terem configurado situações lacunares. Assim, recolhemos a filmagem de parte de uma atividade experimental, registros escritos dos alunos, registro em diário de bordo de falas e diálogos dentro e fora do espaço de sala de aula.

¹⁸ Tradução do autor: “Central para análise microgenética são coleções intensas e repetidas de evidências materiais em momentos que antecederam e ocorrem durante ocasiões nas quais há uma mudança cognitiva. (...) A análise microgenética (...) constitui uma ferramenta poderosa para que se chegue às configurações de figura / fundo que aparecem aos participantes de uma pesquisa no âmbito de uma tarefa.”

CAPÍTULO 5

A formação do conhecimento científico na aprendizagem escolar, como propusemos até aqui, está relacionada à produção e apropriação de estruturas enunciativas pelos estudantes.

A apropriação das formas discursivas do ensino de Física, pensado como gênero secundário, pressupõe maior domínio lexical e um grau crescente de precisão vocabular, rigor formal e impessoalidade, mas não se restringe a isso. Quando consolidada uma linguagem científica, o caráter polissêmico das palavras – átomo, massa, força, energia etc. – adquire gradualmente significados mais específicos, dentro de seus contextos de utilização e campos de validade do modelo. Pode-se transitar do primeiro tipo de linguagem, o menos formal e mais individual, ao qualificado de mais “científico” quando se tem uma teia semântica mais estruturada.

As palavras são polissêmicas e seus significados, que representam conceitos, desenvolvem-se quando as relações, na estrutura conceitual dos indivíduos, vão tornando-se complexas durante as interações dialógicas comunicativas, daí a distinção dos contextos de uso. Os significados são produzidos livremente pelo pensamento humano, mas sua origem, apropriação e estruturação em zonas de perfil estão determinadas pelas relações e compromissos que os homens estabelecem entre si e a partir de suas vivências sociais.

Em nossa perspectiva, essa estruturação semântica se expressa pela interação social no desenvolvimento do ser humano. A manipulação simbólica que caracteriza a linguagem humana é atualizadora de nossa experiência social e fundadora de nosso contato com o mundo. Nesse sentido, a formação conceitual de um indivíduo depende de como ele se insere na sociedade, e o ensino escolar desempenha um papel crucial nesse processo, tanto na formação de conceitos em geral, como na conceituação científica em particular.

A escola propicia aos indivíduos um conhecimento sistemático sobre aspectos que não estão presentes em sua experiência social. Ela possibilita que o indivíduo tenha acesso ao conhecimento científico construído e preservado por sua comunidade. Por envolver operações que exigem consciência e controle deliberado, permite que os indivíduos se conscientizem de seus próprios processos mentais (metacognição), e percebam a natureza de sua relação entre seu viver social e sua produção simbólica. O “significado”, do prisma sociointeracionista, implica a criação de intersubjetividade na comunicação. É no

estabelecimento de diálogo que se permitirá a determinação do que é significativo, no contexto, entre as novas informações que se apresentam.

Nas sessões a seguir, vamos apresentar algumas situações enunciativas que marcam momentos de tomada de consciência que nos permitirão definir situações lacunares.

5.1 Análise de uma sequência didática de Astronomia e o processo de enunciação.

Se entendermos a Física escolar, no nível do ensino médio, como um campo específico de gêneros, podemos afirmar que as disciplinas científicas desse nível demandam, de maneira mais aprofundada, que os alunos mobilizem e relacionem uma série de conhecimentos, que adquiriram durante sua vida escolar, não mais como objetos a serem descobertos, mas como ferramentas investigativas para lidar com objetos mais complexos do conhecimento científico e com uma linguagem mais elaborada, em formas enunciativas típicas: a questão do vestibular, livro didático, literatura de divulgação científica, artigo de jornal e documentários. Por isso, uma série de competências discursivas como ampliação lexical, a precisão vocabular, a coerência textual, o formalismo algébrico vão exigir do aluno um domínio maior dos conceitos científicos nos gêneros com os quais passará a operar.

Por exemplo, a utilização conceito de potência, que antes do ensino médio constituía um objeto de estudo particular, cuja lógica precisava ser desvendada em enunciados como: “calcule a metade de 2^{10} ”, ou “resolva a expressão $a^2 \cdot a^3 =$ ”, agora, no gênero prova de vestibular, precisa ser utilizado também para representação e modelagem de fenômenos físicos em enunciados como: “Andrômeda é uma galáxia, descoberta por Edwin Hubble, distante $2,3 \cdot 10^6$ anos-luz da Via Láctea, a nossa galáxia.” Ou seja, o conceito de potência adquire um estatuto de ferramenta para entendimento de outros enunciados, um conhecimento mais complexo para lidar com novos objetos da ciência: a massa de um planeta, o tamanho do universo, a quantidade de átomos num copo d’água etc.

Quando estudam o conceito de gravidade, por exemplo, os estudantes apresentam muitas dificuldades em lidar com o valor da constante gravitacional, cuja ordem de grandeza é de 10^{-11} ($G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$). Utilizam o valor em operações, mas não entendem o significado do resultado a chegam na resolução de exercícios, não expressam unidades, criam regras e critérios pessoais de resolução, entre outras formas de lacuna.

Enunciados típicos da atividade de resolução de problemas exigem que os alunos calculem o valor da gravidade, ou o peso de objetos, em planetas com massas diferentes da Terra utilizando essa constante. Para isso é preciso que o estudante tenha internalizado as operações algébricas como potência. Uma vez atingido esse nível de complexidade, ele pode lidar com enunciados mais elaborados, extraídos de artigos científicos ou livros de divulgação científica, que propõem reflexões e hipóteses sobre que efeitos gravitacionais seriam observados se o valor da constante fosse aumentado para ordem de 10^{-6} , por exemplo. Interpretar o valor de G permite ao aluno caracterizar a gravidade como uma força fraca, bem como compreender outras implicações fenomênicas que decorrem disso.

Para que o aluno transforme o conceito em ferramenta, sucessivas etapas de negociação são necessárias. Alguns momentos dessas etapas serão apresentados aqui para ilustrar nossa discussão com bases em registros escritos dos alunos e anotações realizadas no diário de bordo. Esses registros foram obtidos durante um trimestre introdutório à Física, para alunos de primeiro ano de ensino médio, numa escola particular, de classe média, em São Paulo.

Nosso módulo introdutório à Física aborda temas da Astronomia e foi desenvolvido para que os alunos que ingressam no ensino médio consigam elaborar e tornar mais complexas suas formas discursivas, bem como estabelecer uma visão de conjunto da Física como disciplina, conhecendo seus campos de atuação. Além de possibilitar ao aluno dar conta extenso currículo do ensino médio de forma significativa, o módulo buscou proporcionar ao aluno uma diversidade de interações com gêneros diferentes nos quais pudesse expressar suas competências, de revistas científicas a jogos da internet, de apostilas de vestibular a textos originais de grandes pensadores, entre outros. O curso procurou também, possibilitar ao aluno refletir sobre suas concepções e formas expressivas, que utiliza no cotidiano. Uma descrição um pouco mais detalhada de algumas sequências didáticas desse módulo foi disposta no anexo II deste trabalho.

O tema universo articula, em diversos níveis, todos os campos de conhecimento da Física: dos átomos às galáxias, das concepções cotidianas às mais estranhas interpretações científicas, de Aristóteles a Einstein etc. Esses campos foram articulados por meio de uma contextualização histórica que pontuou momentos importantes da astronomia ocidental, entre eles: a função das observações do céu para antigas civilizações, as observações de

Galileu de 1609, as observações de Hubble de 1924, as sondas Voyager lançadas em 1977 e o lançamento do telescópio espacial Hubble em 1994.

Ao mesmo tempo em que tomam contato com as observações astronômicas e modelos de universo desenvolvidos ao longo da história, os alunos descobrem novos objetos astronômicos (exoplanetas, nebulosas, supernovas, galáxias), procurando entender o impacto dessas observações para nossas concepções de universo. Além disso, procuram representar as grandezas celestes a fim de construir uma hierarquia que organize as gigantescas dimensões cósmicas. Tal sequência permitiu discutir as marcas deixadas em nossas concepções cotidianas por visões historicamente demarcadas e que se expressam em falas do dia a dia como: por de sol, estrela cadente, firmamento, o céu acima de nós etc.

À medida que os conceitos vão sendo empregados nas diversas formas de enunciação, constroem-se os conceitos da gravitação por meio de uma modelagem matemática e de uma discussão epistemológica.

Quanto à primeira, os estudantes realizam atividades experimentais de gravimetria nas quais lidam com os gêneros específicos como: relatório experimental, gráficos, tabelas, programas de computador (simuladores) etc. Resolvem, também, problemas, típicos do gênero vestibular, nos quais aplicam as equações matemáticas e depurando a habilidade de escrita matemática.

Nesse processo, o estudante passa por diversos momentos de elaboração dos conceitos: descodifica os símbolos e começa entender seu uso nas suas diversas formulações. Uma pergunta recorrente durante as aulas é: “Qual a diferença entre G e g ?” (Constante gravitacional e gravidade). Ele descobre que a constante G é utilizada para calcular o valor da gravidade da Terra.

Uma vez atribuídos significados iniciais, passa utilizá-los de forma generalizada em inúmeras situações didáticas propostas: resolução de exercícios, leitura de um texto de divulgação científica, filme de ficção etc. Então, descobre que G é uma constante universal da Física, invariável, enquanto g , valor da aceleração gravitacional muda de uma região do universo para outra. Questionamentos muito comuns nesse momento são: “Não dá para usar g sempre igual a 10 ?”, referindo-se ao valor da gravidade da Terra. ou “ Em Júpiter g é maior que na Terra, né?”, ao comparar o tamanho dos dois planetas.

As atividades de resolução de problemas matemáticas começam como uma espécie de adestramento no qual o aluno repete procedimentos com o intuito de automatizar certas

formas padronizadas de enunciação que lhe serão úteis em formas mais complexas de elaboração de conceitos. Por isso, a atividade de resolução não pode encerrar-se aqui, como um fim em si mesmo. Deve ser elaborada como instrumento de construção ontológica, como instrumento que ative outras formas de visualização e representação dos fenômenos da natureza. Nesse momento, a equação deixa de ser um objeto incognoscível e se torna ferramenta de investigação e representação, ou seja, ativa processos enunciativos em outras esferas da vida do aluno. Por exemplo, quando relacionam a expressão newtoniana para calcular a gravidade, $g = G.M/R^2$, com as massas de outros planetas do sistema solar, dizem: “Nossa! Viver em Plutão de ser levinho! Nem cansa fazer exercício lá.” ou “ Por isso que os astronautas andam pulando na Lua no programa que eu vi?” e “Imagina qual deve ser a gravidade do Sol! Se desse para ficar nela, né!” etc.

Nas atividades de resolução de problema em que o aluno lida, no âmbito escolar, com um gênero bem específico, os exercícios de vestibular, é comum detectarmos, nesse momento de adaptação ao ensino médio, formas híbridas nos enunciados dos alunos. O registros das grandezas astronômicas apresentam simultaneamente a notação decimal (velocidade da luz $c = 300.000.000$ m/s) e a notação científica ($c = 3.10^8$ m/s). Os que se valem apenas da notação decimal, embora argumentem que se sentem mais confortáveis com a antiga forma, conseguem resolver os exercícios apenas com grande esforço, dispêndio de tempo e de recursos. Outro aspecto importante é que os alunos que se apropriam integralmente do uso da notação são em sua maior parte aqueles que mais foram sensibilizados pelas leituras, filmes, montagens de maquetes e experimentos (ver anexo II).

Abaixo indicamos três exemplos de respostas de alunos que expressam momentos diferentes de apropriação do conceito de potência para utilização da notação científica. Numa questão de prova, foi exigido que comparassem e representassem a dimensão astronômica de estrelas gigantes em relação ao Sol (ver Anexo III).

Questão de Prova: Podemos avaliar as dimensões gigantescas das estrelas de Órion se as compararmos com nossa estrela mais próxima, o Sol. Observações astronômicas estimam que o diâmetro de Rigel seja de 90.000.000 km e o diâmetro do Sol de 1.400.000 km. Com esses dados, responda quantas vezes o diâmetro de Rigel é maior do que diâmetro do Sol?

Não foi exigida do aluno uma forma de resolução específica, dessa maneira, cada um pode se valer livremente de critérios próprio de resolução. Na primeira forma de resolução

que mostraremos, o aluno 1 se valeu da notação científica, demonstrando operar com a nova ferramenta com facilidade. Ele converte os valores e realiza uma operação de divisão simples para expressar a proporção. Sua resolução organiza o argumento no espaço da folha. Aluno 1:

$14\,000\,000\text{ km} = 1,4 \cdot 10^7\text{ km}$
 $90\,000\,000\text{ km} = 9 \cdot 10^7\text{ km}$
 $\frac{9 \cdot 10^7\text{ km}}{1,4 \cdot 10^7\text{ km}} \approx 6,4 \cdot 10 = 64$
 Rigel 16 cm de diâmetro
 Sol 16 cm de diâmetro
 $\frac{16}{64} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}\text{ cm}$
 $\frac{1}{4} = 0,25\text{ cm}$
 a) O diâmetro de Rigel é 64 vezes maior que o diâmetro do Sol.

Este aluno, durante a exibição do filme Planets and Stars in Scale¹⁹, ficou bastante impressionado com as imagens comparadas e sempre manifestou interesse nas atividades. Segundo seu relato pessoal, o interesse por temas de astronomia existia desde o ensino fundamental e ficou grato por aprofundar o tema. Ele pesquisou todos os filmes, programas e textos estudados e montou um arquivo pessoal que mostrou para familiares e amigos. Isso nos sugere uma relação entre seu deslumbramento e a necessidade de apropriação dos novos gêneros que a escola lhe apresentava na disciplina de Física. Ele incorporou rapidamente a nova linguagem matemática nos contextos em que era solicitado. Abaixo indicamos um relato pessoal sobre esse processo quando foi solicitado aos alunos que fizessem uma auto-avaliação e uma avaliação do curso de Física:

A) Auto-avaliação:

Desde o ano passado estava ansioso com o curso de Física, curioso com o que iriam me ensinar e apreensivo se gostaria de aprender. Há um tempo já me interessei pela matéria, acredito que desde o 6º ano, quando estudei Astronomia em Ciências Naturais. Por isso, no momento que iniciei a aula, lá em Fevereiro, prestei muita atenção nas aulas, para aproveitar ao máximo as 2h10min semanais de Física. Me dediquei para realizar as atividades com o maior esmero possível, mas não simplesmente por me aplicar, e sim, porque realmente gosto.

Não sei como me atribuir uma nota, afinal não tenho exatamente critérios de avaliação e tenho dificuldade para me auto-avaliar.

¹⁹ Sobre este filme de comparação de grandezas cósmicas ver: <http://www.youtube.com/watch?v=Tfs1t-2rrOM>; <http://www.youtube.com/watch?v=BS88G5WBcfQ>; <http://www.youtube.com/watch?v=HEeh1BH34Q&feature=related>

(B) Bem que o curso de Física poderia ter três aulas semanais, não acha?

Geralmente as pessoas tem certo remorso com as segunda-feiras, como eu sempre tive. Talvez pela preguiça de acordar cedo e realizar tarefas na escola, mas esse ano não. Fico muito contente em ter aula de Física às segundas.

Seu jeito de ensinar é sempre cativante e alegre: não tem jeito nenhum para aprender. Lembro do primeiro dia de aula que, durante a chamada, você colocou um vídeo com imagens de Nebulosas (como o "dedo de Deus"). A primeira coisa que pensei foi: "QUÊ AULA ÉPICA!".

Aguardo ansioso o próximo trimestre!

É interessante ver nesse relato como o aluno fez questão de fazer alusão a conceitos e a imagens que o sensibilizaram: as nebulosas, estudadas num documentário da NASA, desenhos que representam fenômenos da Relatividade de Einstein, entre eles, a contração do espaço em velocidades próximas à da luz e a curvatura espaço-tempo causada pela gravidade.

Este outro exemplo, aluno 2, mostra um aluno que obteve sucesso sem se apropriar, no início, dos novos enunciados. Ele utilizou predominantemente as formas enunciativas do ensino fundamental, o que implicou um esforço muito maior para realizar as atividades, uma vez que escrever números e realizar operações nessa forma é mais trabalhoso e passível de erros:

Aluno 2:

Rituel: 90 000 000 km
 Sol: 1 400 000 km

c) $\frac{90\,000\,000}{1\,400\,000} = \frac{900}{14}$

d) $\frac{900}{14} = \frac{16}{X}$

$900X = 224$
 $X = \frac{224}{900} \approx 0,2$

$L \approx 64,28$

FIGURA
 NO SOL
 NA FIGURA
 (cm)

Na imagem acima, podemos ver que ele realiza as operações "cortando os zeros" e se vale uma forma tradicional de resolução de problemas, igualdade entre frações

Sua resolução utiliza valores com potência e decimais simultaneamente. O raciocínio não segue uma sequência organizada no espaço da folha, ainda não expressa as unidades de medida e usa esquemas de resolução do fundamental. No entanto, ele tenta cada vez mais, ao longo do curso, utilizar a nova notação, o que revelou uma maturação na sua escrita.

Sua motivação com o assunto o tornou aberto para assumir novas formas enunciativas e novos desafios. Buscou materiais extracurriculares e os trouxe para o curso a fim de compartilhá-lo. Isso mobilizou um desenvolvimento de suas formas expressivas.

Estes exemplos mostram a diversas formas enunciativas que podem revelar a maneira como se apropriam de gêneros do ensino de ciências. Aos poucos, os alunos tornam-se sujeitos que enunciam nesse gênero específico e a elaboração de conceitos superiores permitem-lhes reconfigurar os significados iniciais nos quais se baseavam e ampliar suas formas de entender, resolver novas situações e visualizar o mundo. Quando chegam as equações, ela é a síntese de uma longa atividade articuladora de sentidos, um processo complexo de autonomia enunciativa.

Apesar de se tratarem de grandezas distantes de nossa experiência cotidiana, difíceis de serem compreendidas e que exigem diversas intervenções para amparar o aluno no processo de desenvolvimento de conceitos científicos; quando os alunos se apropriam dela como ferramenta, passam a lidar com uma quantidade enorme de relações organizadoras do

mundo, quase automaticamente, partindo de um mínimo de informações sobre o mundo, e aplicam-nas em diversas situações da vida como veremos a seguir.

Quanto à discussão epistemológica, interessa-nos como os alunos tomam consciência dos múltiplos significados de um conceito e dos sentidos que mobiliza em suas vidas. Em outras palavras, interessa-nos como adquirem consciência de seu perfil conceitual. Esse processo foi registrado a partir do registro no diário de bordo de algumas conversas e materiais extracurriculares mostrados pelos alunos. Abaixo indicamos alguns desses registros:

Um evento muito comum durante o curso é a quantidade de falas de aluno, trazida para sala de aula sobre observações astronômicas e, acima de tudo, a forma como compartilha com as pessoas que o cerca. Na imagem abaixo, a aluna relata sua experiência com a prima menor: (Aluno 4)

→ (Itega, aderei a curso de física e a moda que
você ~~me~~ nos ensinou (utilizando filmes, jogos etc)
→ Por enquanto, acredito que estou razoavelmente
bem no curso de física.
→ Me interessa bastante ^{na} área de astronomia, desde
o 6º ano, observei sempre que porra é céu e procurei
localizar a constelação de Orion. Eu sempre tive
curiosidade de saber o que era a bolinha vermelha
q^{ue} tão diferente, e agora descobri → é a Betelgeuse.
No feriado passado eu tive a oportunidade de observar
a constelação e aproveitei para explicar para a
minha prima (de Fano), ele também adora ver as
estrelas.

O interesse por astronomia dessa aluna foi despertado na sexta série do ensino fundamental, quanto ainda nessa escola, estudou o sistema solar e fez observações com telescópio numa atividade de campo. No ensino médio, sua motivação permaneceu, o que facilitou sua interação com os gêneros apresentados. Essa aluna é capaz de reconhecer constelações, nomear estrelas, explicar fenômenos e traduzir enunciados científicos para o gênero cotidiano com grande facilidade. Utilizou com entusiasmo todos os recursos

oferecidos pelo professor e foi além: buscou seus próprios materiais de interesse e se valeu deles para o bom desempenho escolar. Sua capacidade de lidar com enunciados matemáticos, como a do aluno 3, citado anteriormente, tornou-se progressivamente mais complexa. (Aluno 4)

→ Quando eu era pequena, eu acreditava que aqueles que moravam viviam estrelas no céu, sei que não é verdade, ^{mas} isso foi lembrado quando você falou que somos feitos de estrelas. ADOREI O CURSO!

→ Também achei muito interessante o livro ^{paradidático} ~~para~~ das ciências inducos. É uma forma divertida de se aprender os temas (que particularmente acho meio chato p/ se decorar).

→ Minha nota: 09 → adorei a curso, estou entendendo bem os conceitos, mas minhas provas ainda podem ser melhor.

Um número cada vez maior de alunos expressa ao longo do curso as maneira como o conhecimento de astronomia o sensibilizou e como o compartilha em outras esferas de sua vida: “Nossa! Eu estou olhando muito para o céu” ou “Ontem, no sítio, eu vi uma estrela cadente ... tá! Agora eu sei que um meteorito ... foi muito legal. Eu falei pra minha mãe ... eu vi um meteorito ... e ela: Ah! Tá ... tipo nem aí. Mãe! Mãe! A estrela cadente não é uma estrela! Eu falei prá todo mundo.” entre outros exemplos.

Outro aluno viajou para os Estados Unidos e contatou a NASA para obter materiais sobre astronomia, que recebeu pelo correio e trouxe para que mostrássemos em aula. Pudemos notar que ele manipulava o material já com certa familiaridade e, ao fazê-lo, utilizava a terminologia específica da astronomia: radiação de fundo, nebulosas, buracos negros etc.

Mesmo depois de terminado o trimestre realizou a leitura de um livro de astronomia em inglês que foi mostrado ao professor no fim de uma aula. Foi emocionante ver como o livro estava grifado e comentado (figura 31) o que denota a autonomia dele e sua motivação em se apropriar dessa forma de conhecimento. Em seus comentários, ele começou a praticar relações de proporção e expressar grandezas do universo autonomamente como,

por exemplo, ao manifestar seu assombro pelo fato de que no olho do furacão da atmosfera de Júpiter cabe duas vezes o planeta Terra. Sua tentativa de desenhar a grandeza e expressá-la em conceitos de fácil representação constitui um momento enunciativo importante para

Figura 31 - Página de um livro de astronomia lido e comentado pelo aluno.

internalização dos conceitos científicos.

Figura 32 - Detalhe sobre o comentário escrito na página do livro.

Esse processo auxiliou o aluno na formalização da linguagem matemática que não dominava tão bem no início do curso, quando abria mão de resolver exercícios matemáticos e dizia que “contas não era seu forte.” No fim do curso, esforçou-se muito mais em resolvê-

los, obtendo sucesso em muitas de suas resoluções nas quais manifestas uma forma transitória de utilização de decimais e notação científica como: $4.000.000.000 \cdot 9 \cdot 10^4 = 3,6 \cdot 10^{14} \text{ J}$, escrito numa prova sobre energia, no segundo trimestre.

Finalmente, um aspecto motivacional importante, revelou-se na maneira como eles passaram a lidar com os temas de seu interesse por meio das tecnologias de informação. Muitos alunos instalaram em seus *Ipod* e celulares, *softwares* de observação do céu que permitem localizar os corpos celestes e navegar pelo firmamento como o *SkyWalk* e *Stellarium*. Rapidamente as imagens pesquisadas se tornaram protetores ou imagens de fundo de tela e isso provocou diálogos do tipo como o de uma aluna ao dizer: “Nossa que linda, é a da águia”, referindo-se a imagem da nebulosa, em cores, na tela do celular do colega. O depoimento abaixo mostra como uma aluna (aluno 5) lidou com esses recursos:

Talvez pela facilidade que têm em manipular dispositivos tecnológicos, ou pela familiaridade que têm com as linguagens que desses meios, ou ainda pela motivação que têm em explorar esses recursos interativos, os alunos se apropriaram rapidamente e criaram formas expressivas próprias, que serviram de maneira muito positiva para facilitar a relação professor aluno e as complexas discussões envolvidas pelas disciplinas.

A disseminação desses softwares de astronomia para os aparelhos celulares e *ipods* aconteceu rapidamente, transcendendo sua utilização em aula. Num momento fora da aula, depois de terem conhecido o programa *Stellarium*, um aluno apresentou ao professor, no celular, uma ferramenta de observação em tempo real: o *SkyWalk*. Bastava apontar o celular para qualquer região do céu e podiam-se observar os corpos celestes em tempo real. A imagem abaixo mostra as imagens obtidas pelo celular de uma aluna que instalou programa:

Figura 33 - Observações astronômicas no celular. À esquerda o sol e, à direita, a lua, aparecem na tela.

Foi pelo aluno que o professor tomou contato, pela primeira vez, com essa tecnologia. Naquela ocasião, impressionado, o professor pediu emprestado o aparelho e começou a apontar para diversas regiões do céu. Um acontecimento curioso produziu um diálogo entre professor e aluno que sintetizou as experiências vivenciadas no curso de astronomia. Ao apontar para cima, o professor localizou o Sol, que aparecia na tela com suas labaredas e manchas (fig. 33). O diálogo com o aluno foi registrado no diário de bordo:

Aluno: -“Viu, é onde o Sol está agora.” E o professor, manifestou sua surpresa:

Professor: -“Nossa! Com as manchas e tudo. E você vê o planeta Mercúrio ao lado?”

Aluno: -“Ahã! É muito legalzinho esse aplicativo.”

Nesse momento o professor apontou para o chão e o aluno o corrigiu:

Aluno: “ Não! Precisa apontar para o céu!”

Imediatamente, o professor retrucou:

Professor: “ Mas eu estou apontando! Só que para um céu que está abaixo de nós! Olha a lua ali!”

O aluno imediatamente se deu conta do que aconteceu e enunciou:

Aluno: “Nossa é mesmo! Eu tinha esquecido que o céu está ao nosso redor.” Pegou o celular, apontou para o chão e começou a observar o céu que se vê à noite no outro hemisfério.

Professor: “Viu! Você manifestou outra concepção de céu”.

Aluno: “Putz! Mais antiga que Aristóteles”.

Esse diálogo mostra como, mesmo manipulando ferramentas tecnológicas de última geração, permanecem em nós as diversas concepções de céu que construímos em durante nossas vidas. A ferramenta permitiu aflorar essas concepções, livre e autonomamente. A

interação com o professor tornou explícitos os sentidos de céu que mobilizavam, possibilitando-lhes a tomada de consciência desses sentidos.

5.2 Uma primeira abordagem sobre um tipo específico de lacuna e a Hipertrofia de um gênero.

Na prática de ensino-aprendizagem de ciência costumamos identificar nas falas dos alunos, em todos os níveis, o termo mágica, empregado em alusão a certas resoluções de problema que, quando realizadas pelo professor, aparecem como um todo coerente, de fácil resolução e entendimento, mas, quando realizadas pelo aluno, tornam-se herméticas e inextrincáveis. O aluno não consegue valer-se dos critérios que possui para solucioná-las, tampouco encontra os critérios de que necessita em seus registros, nos livros, e se vê como o espectador do mágico, assombrado.

Essa quebra de relações causais e de mediações simbólicas na dinâmica do ensino-aprendizagem é seguida pela rejeição, desmotivação e abandono do desejo de estudar ciência. O aluno se vê desamparado. No jogo da sobrevivência escolar, os alunos tentam superar tais situações pelo adestramento, decorando e repetindo, à exaustão, procedimentos de resolução de exercícios que se revelam muito empobrecedoras diante da riqueza de possibilidades, de horizontes de visão, que o conhecimento científico pode possibilitar.

Numa etapa inicial de nossa pesquisa, centramos nossa análise nas atividades de resolução de problemas, que depois caracterizamos como um gênero específico do ensino de Física, cuja excessiva valorização leva a certas distorções no processo educacional.

Identificamos, na literatura, essas formas de condicionamento caracterizadas pelo “operativismo” (PEREZ & TORREGROSA, 1988; POZO, 1998) e pelas interações do tipo “caixa chinesa” (SEARLE, 1984). Esses autores se referem a certos automatismos que engendram a reprodução de procedimentos vazios de significado. Neles, o aluno deixa de utilizar conceitos e opera com uma simbologia vazia à qual aplica um algoritmo de resolução “sobreaprendido” (POZO, 1998), o que instaura certa lógica de adestramento centrada repetição e memorização.

Nos trabalhos de Vigotsky, encontramos referências ao aprendizado vazio e centrado na memorização quando se refere à aprendizagem dos conceitos científicos. Segundo ele, um conceito não se forma pelo simples acúmulos de vínculos associativos na memória, ou

pela reprodução de procedimentos mentais, pela memorização, pelo contrário, trata-se de um ato complexo que envolve a formação de uma rede conceitual elaborada em sucessivas negociações de significado. Nesse sentido, a memorização de conceitos, apenas, revela-se um processo estéril:

“Não menos que a investigação teórica, a experiência pedagógica nos ensina que o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril. O professor que envereda por esse caminho costuma não conseguir senão uma assimilação vazia de palavras, um verbalismo puro que estimula e imita a existência dos respectivos conceitos, na prática, esconde o vazio. Em tais casos, a criança não assimila o conceito, mas a palavra, capta mais de memória que de pensamento e sente-se impotente diante de qualquer tentativa de emprego consciente do conhecimento assimilado”(VIGOTSKY, 2001, p.247).

Nessa linha de pensamento, produzimos o artigo “A questão da sintaxe e da semântica na negociação de significados para o ensino de Física” (ORTEGA, J.L.N. & MATTOS, C. R., 2008), no qual tratamos a problemática da sintaxe esvaziada, do aprendizado por algoritmos de resolução e o operativismo. Mostramos que é possível a obtenção de resultados corretos na dimensão sintática de compreensão dos enunciados sem, no entanto, a elaboração de uma malha conceitual e de uma semântica que de sentido a esses enunciados.

“É comum vermos alunos de Física recorrerem aos formulários e tentarem encaixar os valores expressos nos termos do enunciado, respeitando as regras lógicas, mas sem uma compreensão clara dos modelos e grandezas ali envolvidos.

O freqüente esquecimento dos alunos na indicação de unidades de medida ($a = 4$) pode ser uma evidência da falta de significado físico, falta de semântica dos conceitos com os quais estão trabalhando.

Os “divertidos” recursos mnemônicos para que os alunos consigam lembrar-se das fórmulas são outra faceta dessa realidade como, por exemplo, as famosas frases utilizadas entre alunos brasileiros, entre as quais destacamos aquela relativa à equação de Clapeyron: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$; que é memorizada com a seguinte sentença: “Por Você = Nunca Rezei Tanto”. Ou ainda, na cinemática, a função horária da posição com relação ao tempo: $s = s_0 + v \cdot t$; reduz-se a uma só palavra: “sorvete”.

Nesse nível de operacionalidade, um enunciado ou problema de Física não precisa ser compreendido para ser manipulado. A leitura de um enunciado de um problema em Física envolve uma complexa rede de significações, modelagens de mundo, recortes valorativos que influenciam a escolha de dados, caldos paradigmáticos que determinam o significado dos conceitos envolvidos. Nessa perspectiva, uma fórmula como a da gravitação universal

($F = G \cdot M \cdot m / r^2$) representa muito mais que uma operação matemática quantitativa, ela expressa a construção de um modelo de universo regido por forças fracas, radiais, inversamente proporcionais à distância etc. Uma fórmula é uma síntese paradigmática, é a forma mais simplificada de expressar uma visão de mundo, um modelo de natureza. Sem essa dimensão, não há Física. Enunciados como 'uma onda luminosa é refletida num anteparo', 'um satélite num campo gravitacional com uma certa velocidade' tornam-se tão vazios de significado como as 'lesmolisas touvas' do Jaguadarte. Cumprem, apenas, o papel de permitir que o aluno relacione operacionalmente as grandezas para a resolução de um enunciado lógico: sintático ou matemático." (ORTEGA & MATTOS, 2008, p.6).

No artigo, mostramos que essa atividade cumpre uma função importante de possibilitar ao aluno apropriar-se de estruturas prontas de elaboração da linguagem, fenômenos, atalhos, moldes, modelos que facilitam a representação de situações. Mas que se forem apresentadas aos alunos, sem uma dimensão enunciativa, não lhe possibilitam a apropriação de mediações, nem a tomada de consciência, necessárias a sua autonomia e a apropriação do conhecimento científico.

Hoje, podemos relacionar esse tipo de automatismo como uma forma de lacuna especificamente relacionada a um gênero do ensino de Física: a resolução de problemas. O uso desse gênero ganha extrema relevância quando se enfoca o ensino pré-vestibular brasileiro. Nas escolas particulares de ensino médio, esse é um gênero bastante presente.

Para exemplificar, mostraremos uma forma de abordar esse gênero, trabalhando mais profundamente sua dimensão enunciativa, de maneira que os alunos tomem consciência dos conceitos que manipulam e fujam de esquematismos.

Essa questão adaptada de um vestibular foi aplicada numa prova, aos alunos de primeiro ano de ensino médio de uma escola particular de classe média. Os alunos estudaram uma sequência didática de Mecânica Clássica sobre gravitação, dentro unidade de astronomia mencionada anteriormente. Nessa sequência foram abordados os conceitos de força peso, massa e gravidade. Ao manipularem esses conceitos, refletiram sobre a polissemia (diferentes significados) dos termos massa e peso em seus usos cotidiano e científico. Para isso, compararam falas cotidianas (peso como um valor em kg que se lê quando alguém se pesa na balança) e utilizadas na Mecânica Clássica (peso como manifestação de uma força atrativa expressa em Newtons [N], e massa como valor experimental, medido numa balança, de certa quantidade de matéria, expresso em [kg]).

Na prova, os alunos precisaram identificar esses diferentes registros numa charge e argumentarem sobre como o conceito de peso aparece na fala das personagens. Para tornar mais precisa a argumentação, eles deveriam demonstrar, por meio de um cálculo, como as grandezas peso e massa poderiam variar em outros campos gravitacionais. A questão foi assim formulada:

Leia atentamente os quadrinhos abaixo e responda:

- A solução pensada pelo gato Garfield para atender à ordem recebida de seu dono está correta do ponto de vista da Física Newtoniana?
- Justifique sua resposta e exemplifique com valores numéricos; suponha que o gato Garfield tenha 5 kg, saia da Terra onde $g=10,0 \text{ m/s}^2$ e vá para Marte, onde $g=4,0 \text{ m/s}^2$.

Abaixo selecionamos algumas respostas de alunos:

Resposta 1:

a) Se Garfield realmente queria perder PESO, seu ponto de vista está correto, já que o peso é a massa vezes a gravidade, dependendo, assim, diretamente da gravidade. Entretanto, seu dono se referia à perda de MASSA (que na linguagem popular é dada como peso), não adiantaria mudar de planeta pois independentemente da gravidade, a massa não se altera. b) PESO GARFIELD NA TERRA = $5 \cdot 10 = 50 \text{ Newtons}$
 PESO GARFIELD EM MARTE = $5 \cdot 4 = 20 \text{ Newtons}$
 MASSA GARFIELD NA TERRA = 5 kg
 MASSA GARFIELD EM MARTE = 5 kg

Nessa resposta o aluno demonstra distinguir os conceitos de massa e peso e consegue explicar qual a intenção do dono, precisando ou uso do conceito em cada caso. Ele também consegue utilizar as relações matemáticas para demonstrar a perda de peso sem a perda de massa, quando há variação da gravidade. Esse é um caso em que o aluno consegue navegar pelos empregos dos conceitos e utilizar relações numéricas de forma consciente.

Resposta 2:

a) Sim, está correta. Do ponto de vista da física o peso nada mais é do que a força com que se é puxado pela gravidade. Na fórmula $P = m \cdot g$, se diminuirmos o g o peso também irá.

b) $5 = m \cdot 10 \Rightarrow m = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$ (Na Terra)

~~$P = \frac{1}{2} \cdot 4 = 2 \text{ N}$ (Em Marte)~~

mas?
P=?

Nessa resposta, o aluno entende a relação do conceito de peso como força atrativa e afirma que haverá diminuição de peso em gravidade menor. No entanto, não consegue aplicar o conceito na equação matemática $P = m \cdot g$, nem utiliza a unidade de medida de massa. Ao substituir os valores na equação, utiliza o valor da massa 5kg como peso, o que possivelmente denota que o uso da unidade kg o remete diretamente ao conceito cotidiano de peso. Isso indica uma lacuna no emprego do conceito científico.

Resposta 3:

a) Está incorreta, assim como a ordem de Sohn: Garfield precisa perder massa e em outros planeta com menor gravidade seu peso permaneceria igual. A ~~massa~~ ^{Peso} que ficaria menor. ~~X~~

b) $5:10 = 0,5 \rightarrow 4 \times 0,5 = 2$ Assim a massa de Garfield que era de 5kg, viraria 2kg em Marte; obedecendo a força gravitacional diferente nos dois planetas.

Nessa resposta, os conceitos científicos não têm sentido para o aluno que não consegue explicitar as relações entre peso e gravidade, usando-os de forma inconsistente e em contradição. A lacuna conceitual não lhe permite perceber a contradição. Ele reconhece que o dono e o gato não estão usando o conceito de peso da mesma maneira, mas não consegue especificar o significado em cada uso. Sem haver construído as mediações necessária, utiliza o conceito cotidiano de peso na equação matemática, aplicando o valor de 5kg na variável peso.

Resposta 4:

a) Não, pois Garfield não perderá ^{massa} (peso, e sim ~~ele~~ terá uma diferente noção de ~~massa~~ devido a gravidade. X

b) Garfield passará a pesar ~~20N~~ ^{20N}, e não foi modificada ^{a massa}, por isso não perdeu ^{massa} peso, mas só $\div 2,5$ tem uma relação diferente com seu corpo. (lo sente mais leve) $p = m \cdot g$

5kg 2kg $10 \div 2,5 = 4$ $p = (5) \cdot 10 = (50)$ $p = (5) \cdot 4 = (20)$ C

De forma semelhante à resposta anterior, o aluno não consegue estabelecer a relação entre peso e gravidade e utiliza o conceito cotidiano de peso. Ele afirma que o peso é invariável com a mudança da gravidade e dissocia o peso da sensação de atração gravitacional. Não consegue distinguir os conceitos científicos de peso e massa, e se vale apenas do conceito cotidiano. No entanto, consegue utilizar corretamente as equações e chega aos valores diferentes de peso. Isso nos mostra uma lacuna relacionada ao operativismo mecânico. Ele resolve a relação matemática e até indica a unidade de medida, ainda que com letra minúscula, mas o faz mecanicamente, pois o resultado não lhe serve para precisar o conceito.

Esse último exemplo é de especial importância para caracterizar o que chamamos de hipertrofia de um gênero. A excessiva centralidade que a resolução de problemas, especificamente os problemas de vestibular, tem no ensino de ciência no nível do ensino médio gera uma abundante quantidade de situações em que os alunos operam mecanicamente com símbolos, vazios de significado.

5.3 Uma tipologia – exemplos dos níveis hierárquicos do fenômeno lacunar

Para explorar mais alguns aspectos finais das formas de lacunas, analisaremos um discurso de Richard P. Feynman (1985), no qual desenvolve alguns argumentos sobre os níveis de dificuldade para a compreensão de um discurso científico. Esse exemplo nos fornece ricos indícios para uma classificação e modelagem preliminar do discurso lacunar a fim de criarmos, inicialmente, uma tipologia que sirva como instrumental de análise de discursos.

“I’d like to talk a little bit about understanding. When we have a lecture, there are many reasons why you might not understand the speaker.”²⁰
(FEYNMAN, 1985, p.9).

Como físico e professor de Física, Feynman apresenta-nos suas reflexões sobre as formas de incompreensão no ensino-aprendizagem de Física. A forma mais básica que sinaliza, refere-se ao ruído na comunicação, uma palavra mal pronunciada, um raciocínio mal elaborado, são as formas mais comuns:

“One is: his language is bad – he doesn’t say what he means to say, or he says it upside down – and it’s hard to understand. That’s a rather trivial matter, and I’ll try my best to avoid too much of my New York accent.”²¹
(FEYNMAN, 1985, p.9).

A forma mais básica do discurso lacunar é o *ruído* na comunicação. Se não compreendemos a concretização sonora ou a escrita de uma palavra, não temos como decodificá-la. Essa espécie de falha na mensagem não pode dar início a nenhum processo de interação e compartilhamento de significados. Cabe aos interlocutores, tentar conseguir o mínimo de ruídos possíveis e demonstrar sua incompreensão: uma lousa organizada, uma prova sem rasuras, palavras bem pronunciadas são tentativas dessa natureza, mas constituem apenas um primeiro passo na compreensão.

Outra forma de lacuna refere-se ao desconhecimento ou ao conhecimento incompleto dos significados das palavras utilizadas no ensino de Física. Uma palavra pode não ser compreendida porque nunca tomamos contato com ela antes como, por exemplo, a palavra *Múon* para alguém que não lida com a Física Nuclear, não tem significado algum.

A figura 34, a laboriosa batalha de Johannes Kepler, satiriza esse aspecto ao mostrar Kepler apresentando sua nova teoria a pessoas de sua época. Ele diz: “Como você vê, a órbita de um planeta é elíptica!” E elas se questionam: “O que é órbita?”, “O que é planeta?” e “O que é elíptica?” Palavras que não existem em nossa prática, em nossas formas de ser no mundo, delimitam nossas possibilidades de interação e compreensão. Nesse caso, a lacuna transforma o outro num estranho.

²⁰ Tradução do autor: “Eu gostaria de falar um pouco sobre compreensão. Quando assistimos a um discurso/conferência, existem muitas razões pelas quais você pode não compreender o orador.”

²¹ Tradução do autor: “Uma é: a linguagem dele é ruim - ele não consegue dizer o que pretendia dizer, ou o diz de maneira confusa – e isto é difícil de compreender. Este é um problema menor, e vou dar o melhor de mim para evitar muito de minha pronúncia de nova-iorquina.”

Figura 34 - O desconhecimento de uma palavra, um conceito é uma forma de lacuna.

(www.sciencecartoonplus.com).

Outro aspecto importante refere-se ao fato de que certamente não conhecemos muitos dos significados de uma palavra, mobilizados em inúmeros contextos possíveis. Por exemplo, a palavra pulso e massa, ganham significados bem diferentes no contexto de uma aula de Física ou de Educação Física, como trata Viggiano (2007) em seu estudo sobre a formação do perfil conceitual. Feynman também se refere a esse aspecto, da seguinte maneira:

“Another possibility, especially if a lecturer is a physicist, is that he uses ordinary words in a funny way. Physicists often uses ordinary words such as ‘work’ or ‘action’ or ‘energy’ or even, as you shall see, ‘light’ for some technical purpose. Thus, when I talk about ‘work’ in physics, I don’t mean the same thing when I talk about ‘work’ on the street. During this lecture I might use one of those words without noticing that it is being used in unusual way. I’ll try my best to catch myself – that’s my job – but it is an error that is easy to make.”²² (FEYNMAN, 1985, p.10).

²² Tradução do autor: “Outra possibilidade, especialmente se o palestrante/conferencista for um físico, é que ele usa palavras comuns de uma maneira engraçada. Físicos usam com frequência palavras comuns como ‘trabalho’ ou ‘ação’ ou ‘energia’ ou mesmo, como vocês verão, ‘luz’ para alguns propósitos técnicos. Assim, quando falo sobre ‘trabalho’ em física, eu não quero dizer a mesma coisa do que quando falo sobre “trabalho” na rua. Durante esta palestra eu posso falar uma dessas palavras sem perceber que a estou utilizando de uma maneira não usual. Eu vou dar o melhor de mim para conter-me – este é meu trabalho – mas é um erro muito fácil de ser cometido.”

O que Feynman explicita, é o problema da polissemia das palavras, e em consequência o problema do perfil conceitual e do contexto, como moduladores de significados nos gêneros da comunicação da ciência, em particular nos do ensino de ciências

Esse fragmento também revela que a compreensão da linguagem científica tem características específicas e que sua aprendizagem pode ser comparada ao domínio de gêneros secundários. Nesse âmbito, os conceitos são baseados em regras compartilhadas mais complexas, elaboradas, que requerem maior precisão lexical e maior coerência lógico-formal.

De maneira geral, os alunos principiantes têm muita dificuldade para distinguir significados e transitar entre o nível de significados dos discursos cotidiano e científico, mesclando essas formas na elaboração de suas ideias e conceitos. Quando já consegue estabelecer distinções, a próxima dificuldade está em discernir entre os diversos campos de validade dos modelos científicos. Trata-se da formação de um perfil conceitual e da diferenciação desse perfil conceitual em outros perfis no âmbito científico.

Uma vez exploradas essas dimensões do discurso científico, surge o problema dos gêneros e dos modelos de realidade que eles ensejam. Cada escolha enunciativa está vinculada a uma prática humana, a um campo de criação ideológica (BAKHTIN, 1995) que concebe uma manifestação específica do real. Trata-se da dimensão ontológica atrelada a cada epistemologia. Cada Gênero científico está comprometido com uma epistemologia e uma ontologia particulares, que nem sempre estão explicitadas nas suas formas discursivas. Feynman lida com as descrições do mundo quântico, que há muito aboliu as concepções de matéria tal qual concebemos em nossa experiência cotidiana ou em outros campos da Física, como a Física Clássica. Ele apresenta essa ideia da seguinte maneira:

“The next reason that you might think you do not understand what I am telling you is, while I am describing to you *how* Nature works, you won’t understand *why* Nature works that way But you see, nobody understand that. I can’t explain why Nature behaves in this peculiar way.”²³ (FEYNMAN, 1985, p.10).

²³ Tradução do autor: “A próxima razão que talvez faça você pensar que não compreende o que estou lhe dizendo é, enquanto eu estou descrevendo para você como a Natureza funciona, você não compreende por que a Natureza funciona deste modo. Mas veja, ninguém entende isto. Eu não posso explicar por que a Natureza se comporta desta maneira peculiar.”

Cada campo de criação ideológica tem seu próprio modo de orientação para realidade, refletindo-a e refratando-a a sua própria maneira. Essa dimensão explicita a necessidade de negociação entre os interlocutores que ocupam posições diferentes no cenário discursivo e são portadores de sentidos diferentes para conceituar os objetos mundo e seus fenômenos.

Uma Física voltada a orientar estratégias cognitivas dirigidas a sujeitos humanos transformadores de sua realidade deve fundamentar-se na liberdade de interpretações e na capacidade de escolhas desses sujeitos, na aceitação do caráter provisório dessas escolhas. Aqui aparece uma dimensão importante na estruturação do discurso científico: a dimensão dos valores, a dimensão axiológica. O reconhecimento ontológico, de um objeto do conhecimento dependerá do valor que atribuímos a ele, como categoria ética de reconhecimento de uma prática humana diversa. Aludindo a essa dimensão, Feynman finaliza seu discurso:

“Finally, there is this possibility: after I tell you something, you just can’t believe it. You can’t accept it. You don’t like it. A little screen comes down and you don’t listen anymore. I’m going to describe to you how Nature is – and if you don’t like it, that’s going to get in the way of your understanding it.”²⁴ (FEYNMAN, 1985, p.10).

Cada indivíduo, em sua história de vida, formou uma rede de valores entrelaçada a sua rede conceitual. Isso evidencia a necessidade de construir metodologias de ensino que considerem as ideias e concepções que os alunos trazem para a sala de aula, e cuja dimensão valorativa é fundamental ao processo de aprendizagem. Por isso, é preciso levar em consideração a reelaboração dos conteúdos necessária para uma aprendizagem significativa, que opere com a vivência dos alunos, em oposição à aprendizagem mecânica que opera com esquemas decorativos e repetitivos. Aqui, estamos alinhados com a necessidade de implicar todos os conhecimentos do aluno, sua história de vida, classe social, cultura, que interferem em seu processo de aprendizagem.

Nós conferimos à natureza sentido por meio da articulação de conexões de elementos do discurso. Se o discurso educacional não explicita as decisões e critérios que

²⁴ Tradução do autor: “Finalmente, há esta possibilidade: depois de eu lhe dizer algo, você simplesmente não consegue acreditar naquilo. Você não consegue aceitar aquilo. Você não gosta daquilo. Então, baixa um pequeno tapume sobre seus ouvidos e você para de escutar. Eu vou descrever para você como a Natureza é e, se você não gostar, isso criará empecilhos ao seu entendimento.”

levaram ao estabelecimento dessas conexões, então seu interlocutor permanece em um mundo cujo significado está longe da sua vivência, pessoal e coletiva. É a perda da intersubjetividade e o início do discurso lacunar. A produção do discurso lacunar é o momento de desconexão para os indivíduos que se comunicam.

Para sistematizar os elementos que elaboramos acima, elencamos, de maneira preliminar, algumas características do discurso lacunar:

- **Ruídos** na comunicação: perda ou ausência de elementos de representação, argumentos incompletos, afasia.
- Rupturas no **Código**: desconhecimento lexical, desconexão sintática, critérios ocultos e perda da sequência lógica.
- Ausência de **Sentidos**: perda da dimensão polissêmica que assegura a ressignificação de uma palavra e a formação de uma perfil conceitual.
- Falta de **contextualização**: não percepção dos sistemas de significados estruturados em cada forma de atividade humana, perda da visão de conjunto, fragmentação e parcialização do saber.
- Empobrecimento de **gêneros**: estabelecimento de formas monológicas, não reconhecimento da diversidade de formas enunciativas estabilizada pelas práticas sociais de cada comunidade mobilizadora do conhecimento científico.
- Desconexão **afetiva**: não reconhecimento dos sentidos mobilizados pelos outros, perda da dimensão emocional na produção de sentidos vitais.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO - Lacuna – Necessidade e Liberdade

No final dos anos 1990, o estudo sobre as concepções prévias dos estudantes começou a indicar que o processo de ensino-aprendizagem em ciências não mais deveria ser visto como a substituição dos conceitos que os indivíduos já possuem antes do processo de ensino pelos novos conceitos científicos. Essas concepções, que permanecem nos indivíduos mesmo após o processo de ensino, necessitam ser redimensionadas e valorizadas dentro de seus contextos de validade, dada uma situação comunicativa.

Sem incorrer num relativismo esterilizante, essa nova perspectiva conduziu à valorização da riqueza discursiva dos estudantes e à ênfase na negociação de significados nos espaços comunicativos em que interagem diferentes perspectivas culturais e visões de mundo. Assim, as interações discursivas (simbólicas) mediadas pelo professor são consideradas como fundamento do processo de construção de significados para a formação de uma cultura científica (MORTIMER, 2000).

Dessa maneira, o foco do processo de ensino-aprendizagem desloca-se dos processos individuais de entendimento para os processos mais amplos que envolvem desde os micro-contextos das situações de sala de aula, até os contextos sociais em que a escola se insere. A necessidade de compreender as interações que se operam nesses múltiplos contextos impõe o resgate de uma perspectiva complexista, sócio-histórica e sociocultural (RODRIGUES; MATTOS, 2007).

Essa matriz teórica torna central o problema das interações sociais para a compreensão dos processos de significação que selecionam, na polissemia dos signos e na polifonia das vozes sociais, aquilo que expressará determinado contexto, determinada visão de mundo, determinada intenção comunicativa de um indivíduo diante um grupo social organizado, e aquilo que será internalizado pelos indivíduos (BAKHTIN, 1995). Essa vinculação da construção do contexto a certas práticas sociais discursivas, produzidas por grupos organizados, pode ser esclarecida pela noção de gênero discursivo (BAKHTIN, 2006).

Os gêneros são formas de enunciação relativamente estáveis que marcam certa prática social de grupos organizados. Os sujeitos inserem-se nesses grupos e participam

dessas práticas imergindo no fluxo enunciativo e ativando suas formas de enunciar. Bakhtin afirma que aprendemos a falar não por palavras e conceitos isolados, mas por enunciados, desde as falas cotidianas mais triviais, até formas mais complexas de enunciação que caracterizam gêneros científicos. Por exemplo, uma criança não aprende a palavra mesa nomeando-a simplesmente como um verbete, mas numa situação enunciativa típica da vida cotidiana como: “Tire o pé da mesa” ou “Sente-se à mesa para comer”.

Essas enunciações, por sua vez, são a expressão de certas práticas sociais que engendram as formas de organização da vida social. As práticas em comunidade nas quais participamos possuem uma causalidade constitutiva (PACKER & GOICOECHEA, 2000), ou seja, demarcam contextos em que se delineiam nossas formas de ser, pensar e agir no mundo e ao qual atribuímos uma objetividade. A sala de aula, por exemplo, é um tipo de contexto social em que conceitos negociados passam a fazer parte de nossa experiência de mundo, em que abstrações ganham realidade.

É no contexto da prática de uma comunidade, como a sala de aula, a comunidade escolar que a criança se torna estudante que manipula artefatos culturais numa atividade específica. Esses artefatos são compartilhados nas formas de enunciação que caracterizam os gêneros discursivos escolares. Imersos nessas formas enunciativas, a todo o momento os sujeitos reorganizam sua experiência de mundo e sua posição nele, tornando mais complexa sua gama de experiências. Na formação de enunciações híbridas, os gêneros científicos ancoram-se no caráter significativo, motivacional, de concretude e praticidade das concepções espontâneas do gênero cotidiano, ao mesmo tempo em que complexifica seu nível de elaboração. Os princípios formais dos conceitos científicos criam uma esquematização cultural que amplifica e complexifica a experiência discursiva e desencadeia enunciações que são levadas para a vida. Não no sentido único de se apropriar de conceitos para resolver problemas operacionalistas, pragmáticos, mas no sentido de ampliar e desenvolver as formas de relação com o mundo, as formas de ser no mundo, antes não desenvolvidas, dada uma condição lacunar.

O discurso científico construído em interação com o aprendiz deve ser uma prática, expressão de um uso significativo da manipulação de conceitos e ferramentas científicas, mais do que um exercício simbólico esvaziado, uma prática descontextualizada ou uma

técnica hipertrofiada. Por isso, defendemos aprender por gêneros, em vez de enfocar fragmentos atomizados e descontextualizados.

Manipular (ler e escrever) diversos discursos científicos sobre um mesmo tema a fim de percebê-los como gêneros, atrelados a certas esferas de circulação social, que determinam certos contextos de validade, para explorar certos perfis de significados, constitui um exercício polifônico e polissêmico que abre possibilidades para o aluno encontrar seus caminhos, ampliar seus recursos linguísticos e tornar mais complexas suas formas enunciativas. Além disso, é nesse processo que ele desenvolve consciência dessas formas e autonomia enunciativa.

Falar ciência, expressar-se cientificamente, enunciar, como socioconstrução, só não será um esquema mecânico, repetidor, limitado a uma aprendizagem funcional, se inserido em práticas discursivas e usos significativos do discurso, conduzidos no sentido da apropriação e da autonomia do aprendiz.

Concebemos o processo de ensino e aprendizagem como um processo social e histórico, culturalmente determinado e dependente das práticas interacionais. Com isso, recuperamos conceitos vigotskianos à luz do processo enunciativo de Bakhtin, ou seja, dois conceitos-chave: interação e internalização são entendidos agora como a circulação dos discursos e a internalização dos discursos em circulação. A noção de gênero discursivo é fundamental para viabilizar a compreensão e organização das formas discursivas em circulação, seus objetivos pedagógicos, além dos significados compartilhados para cada forma materializada de discurso. Além disso, revelam a intencionalidade da interação educativa e suas marcas de dialogia.

“E se o professor deseja encerrar o processo de encantamento com declarações triviais e fatos estanques, ele pode fazê-lo. O professor também pode abrir amplamente um tópico de locução à especulação e à negociação. A educação torna-se parte do que chamei anteriormente de ‘elaboração de cultura’ quando os materiais didáticos são escolhidos por se prestarem à transformação imaginativa e quando são apresentados de uma forma que convide à negociação e à especulação. O aluno, de fato, se torna parte de um processo de negociação através do qual os fatos são criados e interpretados.” (BRUNER, 1998, p.133).

É o empréstimo de consciência que faz com que o aprendiz reconheça lacunas, amplie e atravesse sua zona de desenvolvimento proximal. Todo processo de troca e negociação – criador de cultura – é uma característica de procedimentos e rotinas de aula,

mas realiza-se apenas como exercício de coletividade, dependente da sintonia do professor com as manifestações expressivas e intenções dos membros da classe.

“Posso resumir a mensagem da seguinte forma. A linguagem não apenas transmite, ela cria ou constitui conhecimento ou ‘realidade’. Parte dessa realidade é a atitude que a linguagem implica em relação ao conhecimento e à reflexão, e o conjunto generalizado de atitudes que se negociam cria, com o tempo, um sentido de *self*. Reflexão e ‘distanciamento’ possíveis – um passo metacognitivo de grande importância. A linguagem da educação é a linguagem da criação de cultura, não apenas do consumo ou da aquisição de conhecimento. Em uma época em que nossa instituição educacional produziu a alienação do processo de educação, nada podia ser mais prático do que olhar novamente, à luz de ideias modernas da linguística e da filosofia da linguagem, para as consequências de nosso atual discurso escolar e para suas possíveis transformações.” (BRUNER, 1998, p.139)

A condição lacunar é aprisionante, mas a tomada de consciência (metacognição) da condição lacunar, pela negociação e mediação com o outro, é um exercício de liberdade. Nele, o eu e o outro são alterados, transformados, modificados ao longo do processo. As novas regras do jogo assumidas pelos agentes em negociação, à medida que interagem, desenvolvem a disponibilidade de conhecer mundos possíveis construídos juntamente com o outro, produzem discernimento (como eu conheço o outro e me comunico) – conhecer o outro para chegar ao outro. As lacunas são uma condição humana e, por elas, podemos transitar do desamparo e da descrença à esperança.

Glossário

Conhecimento: comportamento efetivo ou adequado que se manifesta num contexto assinalado, dada uma situação de interação.

Contexto: relação compartilhada, o compartilhar de significados. Situação de relações interpessoais que vão acontecendo, legitimando-se e instituindo-se.

Diálogo: a negociação sobre o significado das coisas.

Discurso: todas as formas de linguagem falada ou escrita, incluindo formas representacionais como diagramas, fotografias, mapas, gráficos entre outros registros, que tomam corpo num fluxo enunciativo.

Enunciado: unidade da comunicação discursiva, forma objetiva de existência dos discursos.

Ensino-Aprendizagem: processo dialógico de construção de intersubjetividade.

Gênero: enunciados estilísticos, temáticos e composicionais relativamente estáveis que enquadram e delimitam as possibilidades semânticas.

Internalização: processo de apropriação de formas de pensar adquiridas por um indivíduo de seu meio social, por meio da mediação simbólica, engendrando uma série de transformações perceptuais e cognitivas, das quais, a mais importante é a conversão de um processo interpessoal (externo) num processo interpessoal (interno).

Linguagem: sistema simbólico que estabelece a mediação entre o homem e o mundo.

Lacuna: desconhecimento ou a perda das mediações.

Mediação: intervenção necessária de um instrumento material ou simbólico numa interação para que um tipo específico de relação se estabeleça entre duas realidades.

Negociação é a ação de determinação dos marcos sociais de representação que podem ser compartilhados para construção de sentidos.

Sentido: de uma palavra é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência. Uma palavra adquire seu sentido no contexto em que surge; em contextos diferentes, altera seu sentido. O significado permanece estável ao longo de todas as alterações de sentidos.

Significado: conteúdo semântico de um signo linguístico determinado no diálogo, como experiência partilhada, construídos a partir dos sentidos carregados pelos sujeitos. O significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa.

Situação: contexto em que são compartilhados alguns marcos sociais, culturais e históricos de linguagem.

REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1968.
- _____. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- _____. *Estudos*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.
- BAKHTIN, M., MEDVEDEV P.N. *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Hucitec, 1995.
- _____. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- _____. *Problemas da Poética de Dostoiévsky*. São Paulo: Forense Universitária, 1999.
- _____. *Questões de Literatura e de Estética (A Teoria do Romance)*. São Paulo: Unesp, 1993.
- _____. *Hacia una Filosofía del Acto Ético. De los Borradores y otros escritos*. Puerto Rico: Antrophos, 2000.
- BAJTIN, M., MEDVEDEV P.N. *El método formal em los estúdios literários – introducción crítica a una poética sociológica*. Madrid: Alianza editorial, 1994.
- BENJAMIM, Walter. *Reflexões sobre a criança, o brinquedo e a educação*. São Paulo: Duas cidades, Editora 34, 2002.
- BRAIT, Beth. *Estudos enunciativos no Brasil*. Pontes: São Paulo, 2001.
- BRANDÃO, N. H. *Textos, Gêneros do Discurso e Ensino*. In: BRANDÃO, N. H. Gêneros do discurso na Escola: mito, conto, cordel, discurso político e divulgação científica. São Paulo: Cortez, 2000.
- BRUNER, Jerome. *Realidade mental, mundos possíveis*. Artes Médicas: Porto Alegre, 1998.
- BRECHT, B. *Teatro Dialético*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1967.
- CARR, E. H. *O que é história?* São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- CHALMERS, A.F. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Editora Brasiliense, 2011.
- COLE, M. *Cultural psychology. A once and future discipline*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1996.
- COLL, C.; ONRUBIA, J. (1993). *El análisis del discurso y la construcción de significados compartidos en el aula*. Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje, 2, p. 241-259.
- DALRI, J. *A dimensão axiológica do perfil conceitual*, Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física, Faculdade de Educação, Instituto de Química e Instituto de Biociências, São Paulo, 2009.
- DAWKINS, R. *O maior espetáculo da Terra: as evidências da Evolução*. São Paulo: Cia. Das Letras, 2009.
- DAWKINS, R. *Desvendando o arco-íris: ciência, ilusão e encantamento*. São Paulo: Cia. Das Letras, 1998.

- DIB, C.Z. "Afimial, o que voce efetivamente mede quando sua avaliao referida pela distribuo normal?" *Bifusp*, Boletim informativo do Instituto de Fsica, So Paulo, v.8, p.2-5, 2002.
- FEYERABEND, P. *Contra o mtodo*. Lisboa: Relgio D'gua, 1993.
- FEYNMAN, R.P. *Fsica em seis lies*. Rio de Janeiro: Ediouro, 1995.
- _____. *QED – The strange theory of light and matter*. Princeton University, 1985.
- FOPPA, K. *On mutual understanding and agreement in dialogues*. In *Mutalities in dialog*, I. Markov; C.F. Graumann; K. Foppa (Eds). Cambridge: Cambridge University Press, 1995
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia*. Saberes necessrios prtica educativa. So Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREUD, S. *O Futuro de uma iluso*. Obras completas, Vol. 6. Rio de Janeiro: Delta, 1959.
- FROMM, E. *Psicanlise da Sociedade Contempornea*. So Paulo : Zahar, 1961.
- GALILEU, G. *O Mensageiro das Estrelas*. So Paulo: Dueto, 2009.
- GARCIA, J. E. *Hacia uma teoria alternativa sobre los contenidos escolares*. Dada Editora S. L., 1998.
- _____. *Ensinando a ensinar Fsica: um projeto desenvolvido no Brasil nos anos 1970*. In IV Congresso Brasileiro de Histria da Educao. Gois, 2006 <<http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe4/index.htm>> acesso 02 de maro de 2008
- GASPAR, A. *Cinquenta anos de ensino de Fsica: muitos equvocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional*. *Estudos da Educao*, ano 13, n.21, p.71-91, 2005
- HAMMER, D. & Elby, A. Tapping epistemological resources for learning physics. *The journal of the Learning Science*, 12, p.53-90, 2003.
- HEISEMBERG, W. *A parte e o todo*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1980.
- HOLTON, G. *A cultura cientfica e seus inimigos*. Lisboa: Gradiva, 1985. un. IV
- HOLTON, G. *Projeto de Ensino de Fsica - Harvard*. Lisboa: Fundao Calouste Gulbenkian, 1985. Unidade 4.
- HOUAISS. *Dicionrio da lngua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- KUHN, T.S. *La estructura de las revoluciones cientficas*. Mxico: Fondo de cultura econmica, 1992.
- LAMONT, P. & WISEMAN, R. *Magic in theory*. United Kingdom: University of Hertfordshire Press, 1999.
- LEFEBVRE, H. *Lgica formal, lgica dialtica*. Rio de Janeiro: Civilizao Brasileira, 1991.
- LEITE, C. *Formao do professor de Cincias em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade*. Tese apresentada ao Programa de Ps-Graduao em Educao da Faculdade de So Paulo da USP, nvel doutorado. So Paulo, 2006.
- LNIN, V.I. *Materialismo e Empiriocriticismo*. Lisboa: Edices Avante, 1982.

- LINELL, P. *Dialogical tensions: On Rommetvetian Themes of Minds, Meanings, Monologues and Language*. California: Minde, Culture And Activity, 0(3), 219-229, 2003.
- MARX, K. *Le Capital*. Paris: Ed. Sociales, 1977, 3 v.
- MARX, K & ENGELS, F. *Obras escolhidas*. São Paulo: Edições Sociais, 1977.
- MONK, M., Ke, J & DUSCHL, R. *Learning introductory Quantum Physics: Sensori-motor experiences and mental models*. International Journal of Science Education, 27(13), 1571-1594, 2005.
- MATTOS, C.R.; FERRARA, N.F. *Seleção e organização de conteúdos escolares: recortes na pandisciplinaridade*. In: *VIII Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física*, 2002, Águas de Lindóia. Atas do VIII Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física. São Paulo : SBF, 2002. p. 119.
- MACKNICK, S.L. & MARTINEZ-CONDE, S. *Truques da mente*. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.
- MCNAUGHTON, P. *Perspective and other optical illusions*. Britain: Wooden Books, 2007.
- MATURAMA, H.R. & VARELA, F.J. *A Árvore do Conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Phalas de Athena Editora, 2010.
- MENDES, F.A.C. *Física: uma língua(gem)*. Tese de doutorado. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2010.
- MORAES, Roque. *Mergulhos discursivos: análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos*. In: GALIAZZI, Maria do Carmo; FREITAS, José Vicente de (orgs.). *Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental*. Ijuí: Unijuí, 2005
- MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez Editora, 2000.
- MORTIMER, E. F., & MACHADO, A.H. *Anomalies and conflicts in classroom discourse*. *Science Education*, 84, 429-444, 2000.
- MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: UFMG, 2006.
- NIETZSCHE, F. *A Gaia Ciência*. São Paulo: Cia. das Letras, 2002.
- OLIVEIRA R. P. ADRIÃO, Theresa (orgs.). *Gestão, financiamento e direito à educação*. São Paulo: Xamã, 2001.
- ORTEGA, J.L.N. & MATTOS, C. R. *La cuestión de la Sintaxis y de la semântica en la negociación de significados para la enseñanza de la Física*. In: Atas do XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Ameria (Espanha), 2008.
- PCN - BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF, 1997a.
- _____. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1997b.
- _____. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Meio Ambiente - Saúde*. Brasília: MEC/SEF, 1997c.
- PACKER, M. *The ontology of learning*. Montreal: encontros AERA, 1999.

- PÉREZ, G. D. & TORREGROSA M. J. *El fracasso em la resolución de problemas de Física: uma investigación orientada por nuevos supuestos*. Enseñanza de Las Ciencias, 1988. 6(2), 131-146.
- PORCZYNER, H. *Renné Magritte: signes ET images*. Paris: Drager, Le soleil noir, 1977.
- POZO, J.I. A solução de problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artemed, 1998.
- RASTIER, F. *Arts et sciences du texte*. Paris: Presses Universitaires de France, 2001.
- REGO, T. C. *Vigotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis: Vozes, 2002.
- RODRIGUES, A. M. *Redimensionando a noção de aprendizagem nas relações entre perfil conceitual e contexto: uma abordagem sócio-cultural-histórica*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física, Faculdade de Educação, Instituto de Química e Instituto de Biociências, São Paulo, 2009.
- RODRIGUES, A.M.; MATTOS, C. R. *Reflexões sobre a noção de significado em contexto*. Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, v. 7, p. 323-331, 2007.
- RODRIGUES, A.M.; MATTOS, C. R., ORTEGA, J.L.N. *Revisitando os projetos de ensino de Física: uma perspectiva sociológica, histórica e linguística*. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. SNEF:2011
- ROMMETVEIT, R. *On the Architecture of the Intersubjectivity*. In R. Rommetveit and R. Blaker (Eds.), *Studies of Language, Thought, and Verbal communication*. London: Academic Press, 1979.
- ROTH, W.-M. *Doing qualitative research: praxis of method*. Sense Publishers: United Kingdom, 2005
- SANTOS, F. *Generalização e contextualização no ensino de ciências*, VII ENPEC, 2009.
- SEARLE, J. *Minds, Brains & Science*. New York: Penguin Books, 1984.
- SEGRÉ, E. *Dos raios x aos quarks: Físicos modernos e suas descobertas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1980.
- SILVA, T. T. *A nova direita e as transformações na pedagogia da política e na política da pedagogia*. In GENTILI, P. A. A. e SILVA, T.T. *Neoliberalismo, qualidade total e educação*. Petrópolis: Vozes, 1996.
- SIMAS M. L. B. & SANTOS N. A. *O fenômeno de muitas faces: investigações preliminares*. Psicol. Reflex. Crit. vol.18no.1 Porto Alegre, Jan./Abr.2005
- SIMONT, M. *Um menino de olho no mundo*. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1977.
- TAVARES, L.B.; DALRI, J.; RODRIGUES, A.M.; MATTOS, C.R. *A reorganização da atividade na mudança de contextos: um olhar para as classes hospitalares*. In: Atas do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Vitória/ES, 2009.
- TODOROV, TZVETAN. *Mikhaïl Bakhtine - Le principe dialogique. Edition*. Du Seuil, Paris, 1981.
- _____. *Os gêneros do discurso*. São Paulo: Martins Fontes, 1980

- THUILLIER, P. *De Arquimedes a Einstein: las caras ocultas de la investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial, 1990.
- TSEITLIN, M. & GALILI, I. *Science Teaching: What does it mean?* Science & Education: Springer, 2006, 15:393-417.
- VIGGIANO, E & MATTOS, C. R. *É possível definir contextos de uso de zonas de perfil conceitual com um questionário?* In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2007, Florianópolis.
- VIGOTSKY, L.S. *A construção do pensamento e da linguagem* São Paulo: Martins fontes, 2001.
- _____. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins fontes, 2005.
- _____. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins fontes, 2007.
- VILA, I. *El espacio social en la construcción compartida del conocimiento*. Revista Educar, 22/23, 1998, p.55-58.
- WERTSCH, J. *Vigotsky and the social formation of mind*. Massachusetts: Harvard University Press, 1985.
- _____. *"Semiotic mechanisms in joint cognitive activity"*. Infancia y Aprendizaje, 47, p. 3-36. (1989).
- _____. *Voces de la mente. Un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Madrid: Visor. (1993).
- WITTGENSTEIN, Ludwig. *Philosophical investigations*. Oxford: Blackwell, 2ª edição, 1997. P.111
- WONDER, T. & MINCH, S. *The Books of Wonder*. Oxford, 1996, Vol.I.
- ZABALA, A. *Enfoque globalizador e pensamento complexo*. Porto Alegre:Atmed, 1999.
- ZAVALA, I. M. *Bajtín y el acto ético: una lectura al reverso*. In: *Bajtín e sus apócrifos*. Barcelona: Montesinos, 1996.

SE HÁ uma pessoa fascinada pelo Universo e ao mesmo tempo grilada com ele, sou eu. Isso começou no dia em que, num curso particular, o professor me revelou a existência da Terra e do Sistema Solar. Saí da aula atordado.

E era natural, uma vez que, até então, o mundo para mim eram as ruas de São Luis com seus sobrados e, sobretudo, o trecho em que eu morava, com as árvores da Quinta dos Medeiros, o bananal do sítio do Figueirone e, lá longe, o Matadouro e o Areal, por onde às vezes vagabundava.

E vinha agora o professor me dizer que a Terra era redonda, coberta de oceanos e que o Sol era uma estrela em torno da qual ela girava. A Terra é que gira e não o Sol? Mas eu via o Sol surgir por detrás da Camba, passar por cima de nossa casa e ir descendo em direção ao rio Bacanga. Cansei de vê-lo — uma bola de fogo — desaparecer atrás do manguezal.

Agora, vem esse professor e me garante que é a Terra que gira em torno do Sol e que, como ele, é redonda — uma bola. Ou seja, nada batia com o que eu percebia. Por isso fiquei atordado, mas, com o tempo, me habituei. Desde que o bananal continuasse lá onde sempre esteve, que eu pudesse ir tomar banho na praia do Olho d'Água e jogar bola no Campo do Ourique, pouco se dava se a Terra fosse redonda e girasse.

Foi o que disse a mim mesmo, mas o problema estava criado. De vez em quando, olhava o Sol e imaginava a Terra girando em volta dele, com

O dentro sem fora

FERREIRA GULLAR

Rubem Grillo

seus oceanos. E a água não derrama? Pior: a Terra girava numa velocidade de 107 mil quilômetros por hora — cem vezes mais veloz que um jato — e, no entanto, para mim, ela estava parada! Tive que ir atrás de livros que me explicassem melhor essas coisas.

E desse modo, com as leituras e a reflexão, aprendi a distinguir entre a experiência que os sentidos nos oferecem e o conhecimento científico. O resultado foi que, em lugar da desconflança, vieram a aceitação e o fascínio.

A medida que me informava me-

Como surgiu a energia que fez surgir o bóson que fez surgir a massa que constitui o universo, ninguém sabe

lhor, entendia as leis cósmicas que regem o funcionamento do Universo, que foi se tornando uma realidade assustadora e deslumbrante.

Aprendi que os planetas alteram a forma do espaço em volta deles e que isso influi na propagação da luz, e sobre dos buracos negros, onde tudo some, sugado por uma força inimaginável. Até a luz é engolida.

Some e vai para onde? Não sei nem me informam.

Mas estes são detalhes, pois o fundamental é responder à questão que intriga a todos: como foi que tudo começou? A resposta é conhecida com o Big Bang, ou seja, a explosão que deu origem ao universo. Bem, para mim, o Big Bang pode ter dado origem às galáxias e a tudo o mais; porém, como o nada não explode, havia antes alguma coisa que

de que foi a final confirmada a tal partícula bóson de Higgs — apelida-

da de “partícula de Deus” — minha suspeita se confirmou? O que nasceu da tal explosão foi só o universo atual, ou seja, o Big Bang não é a origem de tudo. Isso se entendi bem que significa o bóson de Higgs.

Os cientistas do Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (Cern) é que detectaram essa nova partícula: batômica, a que faltava para completar o Modelo Padrão da Física. A teoria de Higgs, formulada em 1964, previa a existência de 32 partículas fundamentais, das quais já tinham sido detectadas, menos uma, o bóson, responsável, logo após o Big Bang, pelo surgimento da massa, que viria constituir tudo o que existe, das galáxias aos planetas, das estrelas aos seres vivos.

Noutros palavrões, não é que eles do Universo não existisse na existência apenas a energia que, por alguma razão, explodiu, gerando prótons, elétrons etc., que formam os átomos e formariam a matéria cósmica. O que possibilitou a agitação dessas partículas, criando assim a massa, foi o bóson, confor-

te a teoria de Higgs. Agora, como surgiu a energia que fez surgir o bóson que fez surgir a massa que constitui o universo, ninguém sabe. Disso os cientistas não falam, e com toda a razão. Mas o que sobra-me uma certeza: por isso, sobre o universo não tem fora, dentro. Como já dissera Parmênides (século 5º a.C.), o um é um não é dois.

AMANHÃ NA ILUSTRADA:

Luiz Felipe Pondé

ANEXOS

ANEXO I – Artigo de Jornal sobre os vários céus que podemos conhecer.

ANEXO II – Comentários sobre a sequência didática de Astronomia apresentada ao primeiro ano do ensino médio. Nos anos de 2009, 2010 e 2011. Escola particular, classe média de São Paulo. As turmas são formadas por 25 alunos em média. As salas de aulas são bem equipadas com recursos audiovisuais.

COSMOLOGY MARCHES ON

Figura 35 – A cosmologia sempre fascinou o homem. Desde sempre perguntamos: “De onde veio tudo?”

Um dos valores atribuídos ao conhecimento do universo é a elaboração de uma consciência cósmica, apresentada como uma percepção complexa de nossa posição no universo que possibilita o dimensionamento de nossas ações no mundo. Nesse sentido, ensino de astronomia expressa um momento de complexificação de nossa relação com o mundo. Conhecer nosso planeta, nosso sistema solar, nossa galáxia são etapas desse processo. Numa época em que os estudantes são constantemente levados a refletir sobre os problemas ambientais, conhecer as escalas desses acontecimentos é dimensioná-los e fundamental.

Quando nos apropriamos desse conhecimento como uma ferramenta, passamos a recontextualizar nossas formas de ver o mundo e perceber novas dimensões. Por exemplo, uma estrela passa de um ponto brilhante no céu, a um gigante corpo com gravidade, a um sistema solar, a uma fonte de transformação de energia e vida no universo. Aquilo que antes era um objeto desconhecido torna-se agora alavanca para expandir nosso conhecimento e permitir novas formas de entendimento do universo.

Nesse sentido que o ensino de Astronomia, ao lidar com múltiplas dimensões, dos átomos às galáxias, auxilia elaboração de uma consciência da posição do homem no cosmos. O primeiro passo que daremos nessa direção está na estruturação de um pensamento quantitativo que nos permita lidar com as escalas de grandeza do universo, para podermos representá-lo, compartilhar significado e comunicar-nos.

Para elaborarmos uma hierarquia entre as grandezas do universo, a fim de representá-las, trabalhamos em sala de aula com as animações- “Do Micro ao Macro” e “*Powers of ten*” (figura 36) nas quais é possível navegar pelas magnitudes do universo relacionando-as às potências de 10. Em seguida, os alunos foram levados a organizar sua própria régua de potências de 10, com imagens escolhidas para representar cada ordem de grandeza. Com esses elementos de grandeza, fomos comparar os corpos celestes por meio de outro vídeo “Planetas e estrelas em escala” e uma atividade modelizadora na qual tinham de lidar com a notação científica e relações de proporcionalidade para classificar os corpos segundo seu tamanho.

Figura 36 - Trecho do vídeo planetas e estrelas em escala. Mostra marte com 6800km de diâmetro e o Sol em relação aos outros planetas. O Sol contém 99% da massa do sistema solar.

Finalmente, na atividade que desenvolvemos, fomos levados a elaborar um questionamento sobre como lidar com o tamanho dos corpos celestes quando queremos representá-los, de forma que outras pessoas consigam compreender-nos. É importante trabalhar com estimativas de proporcionalidade para expressar imagens que permitam comunicar essas grandezas e corrigir as impropriedades que aparecem muitas vezes nos materiais didáticos e nos meios de comunicação. Criar essas representações auxilia a compreensão das pessoas e causa deslumbramento, quando percebemos as implicações que isso tem para percepção de nossa dimensão no universo. Quando, por exemplo, conseguimos produzir analogias do tipo: se a Terra fosse uma bola de pingue-pongue, Júpiter seria uma melancia e o Sol teria o tamanho de um caminhão, mais do que repetir

uma informação, estamos criando formas comunicativas com significado, que só se estruturam mediante a articulação de uma série de competências. Em nossa atividade, os alunos foram estimulados a escolher livremente as formas para representar e comunicar essas dimensões, com imagens e maquetes bem criativas. (figura 37) Numa apresentação em classes, seus esquemas foram postos em discussão para ressaltar seus pontos fortes e fracos na perspectiva de um aprimoramento das formas de representação.

Figura 37 - Alunos construindo maquetes planetárias, com base nas informações do vídeo. Utilizando esferas de isopor, painéis e objetos do cotidiano, montaram apresentações para explicar as dimensões astronômicas.

Uso de simuladores para tratamento de concepções prévias e estruturação de perfis conceituais:

Outro aspecto importante sobre o uso de simuladores diz respeito ao trabalho com as concepções prévias dos alunos e a estruturação de perfis conceituais. Em outras poucas palavras, chamamos de concepções prévias, aquelas concepções que estruturamos nos contextos cotidianos, frutos de nossas vivências e costumes mais comuns. Essas explicações permitem que nos comuniquemos de forma simples, rápida e eficaz nas situações cotidianas, mas não dão conta de situações mais complexas abordadas pelo conhecimento científico. Compreender os contextos de validade de cada explicação e a complexidade de fenômenos que articulam é o que chamamos de estruturação de perfil conceitual. Esse processo possibilita ao aluno uma metaconsciência sobre os conceitos dos quais se apropriou e como os utiliza em seus contextos de validade.

Em outra sequência didática, os alunos foram apresentados ao diálogo de duas crianças de 5 e 7 anos. Elas discutiam sobre o que aconteceria se soltassem seus balões de gás e os deixassem subir para sempre. A mais nova propôs, rapidamente, que ele bateria no céu e ficaria lá, até que murchasse ou caísse. A mais velha, corrigindo a menor, afirmou

categoricamente que, se ele não murchasse, subiria para sempre, pois o céu é infinito. Esse dois olhares infantis expressam formas distintas de olhar e entender o céu: um teto ou o infinito, como se fossem um pequeno Aristóteles e um pequeno Einstein debatendo.

Afinal, quantos céus existem? A resposta para isso pode ser: quantos olhares e experiências humanas forem possíveis. Ver e representar o céu dentro de nós depende das mediações e linguagens das quais conseguimos nos apropriar-nos durante a vida. Assim, aprendemos o que é o céu a primeira vez em que olhamos para ele, e a cada novo olhar, permeado de novas linguagens, redescobrimos formas de representá-lo.

Na sequência, utilizamos o simulador de observação astronômica para numa atividade navegar por algumas dessas formas e explorar os inúmeros olhares e suas referências contextuais. Uma novidade foi o uso de uma ferramenta de observação do céu, o *software* Stellarium. Como um telescópio virtual, ele permite simular observações astronômicas, ver detalhes das órbitas planetárias, fazer *zoom* em constelações, nebulosas e até outras galáxias. Ele também mostra como outras culturas organizavam as constelações no céu.

Mostrar como cada ponto brilhante no céu se transforma num corpo astronômico diferente, cada vez mais complexo, com movimento e interações gravitacionais próprios, que podem ser previstos, produz muita admiração e questionamentos nos alunos.

Figura 38 – Tela do *Stellarium* com representação de Órion, o caçador na mitologia grega, na famosa constelação das Três Marias que aparece na cintura do caçador.

Assim, propusemos aos alunos que localizassem no céu alguns corpos celestes que mais lhes interessassem. Partimos da discussão de que nem todo ponto brilhante no céu é uma estrela; há uma “ecologia” de corpos celestes que precisa ser classificada: luas, planetas, estrelas, nebulosas e galáxias.

Começamos localizando o planeta Saturno: anotou-se o horário e data de sua observação, próximo de que ponto cardinal foi observado, sua distância em Unidades Astronômicas no momento da observação. Realizamos o *zoom* para ver uma imagem mais detalhada do planeta de seus anéis, sua rotação e observar as órbitas de suas luas.

Em seguida, localizamos a estrela gigante Betelgeuse, com um diâmetro 60 vezes maior que nosso sol, na constelação de Órion: anotamos o horário e data de sua observação; a sua distância em Anos-luz; e pedimos a visualização da mitologia grega para ver que ela constitui o ombro de Órion (figura 36). Próxima a ela, pudemos encontrar a constelação das Três Marias (que compõem o cinturão de Órion). Registramos seus nomes árabes e a distância em Anos-luz de cada estrela do cinturão e constatamos que elas não estão no mesmo plano, embora as enxerguemos assim. Aproveitando o estudo da constelação, localizamos a nebulosa de Órion, uma gigantesca massa de gases e poeira cósmica na qual podem ser observadas estrelas nascendo. Anotamos sua classificação NGC (catálogo astronômico), distância em anos luz e realizamos o *zoom* para ver detalhes.

Finalmente, observamos a arte de outras mitologias para a constelação de Órion: tupi-guarani, egípcia, polinésia, navajo e chinesa. Entre os índios Tupis, por exemplo, Órion é um velho com cajado e anuncia a época do plantio. Discutimos concepções de céu como: uma tenda, na qual as estrelas são furos que nos permitem vislumbrar o fogo cósmico; a esfera cristalina prendia fixamente as estrelas entre outras. Com isso encerramos a primeira parte da discussão sobre as várias formas de perceber o céu; afinal, nomear os céus está entre as primeiras formas de organização do mundo: “As estrelas dizem onde, as estrelas dizem quando”, afirmava um antigo provérbio.

Durante toda a sequência, os alunos manifestaram suas surpresas e compararam os olhares que tinham a respeito do céu, ou melhor, dos céus que conheciam: o tamanho de Betelgeuse em relação ao Sol e como ela aparece para nós como um “pontinho vermelho”, a arbitrariedade dos desenhos celestes, o significado de uma estrela cadente, a impossibilidade de vermos nossa própria galáxia foram temas muito polemizados. Na

elaboração desses questionamentos, cada aluno enuncia e compartilha sua concepção de céu, conseguindo visualizá-la em relação a certos marcos contextuais importantes.

Uso de simuladores para contextualização em história da ciência:

Nessa sequência de aulas foram trabalhados aspectos da história da ciência para contextualizar melhor as teorias e modelos que trataríamos no estudo de gravitação. Abordamos três momentos cruciais na história da Astronomia ocidental, que conduziram a grandes revoluções nas concepções de universo existentes. O primeiro momento tratou das observações de Galileu, em 1609, que ajudaram a fortalecer o modelo Heliocêntrico que ressurgia naquele momento entre os pensadores. Vimos que influências culturais permitiram Galileu observar o céu de outra forma e perceber uma série de sutilezas inaceitáveis para o pensamento da época. Suas observações telescópicas foram descritas no livro *Mensageiro das estrelas* cujos fragmentos foram analisados em vídeos e leituras de textos originais. Sobre o período, realizaram pesquisas e fizeram apresentações pequenas apresentações sobre as descobertas e o período histórico.

Figura 39 – Brilhante apresentação sobre vida de Galileu, feita por um aluno portador de Síndrome de Down.

Na aula seguinte, analisamos as observações de Edwin Hubble, no início do século XX, que nos mostraram um universo muito maior do que o de Galileu e, ainda mais, em expansão. Suas observações levaram à teoria do Big Bang, central para a astronomia moderna. Finalizamos com a Era Hubble, iniciada em meados da década de noventa, na qual os próprios alunos nasceram, também revolucionária por produzir imagens que aprofundaram nossa visão do universo na virada do século XXI.

Essas observações marcaram o início e a evolução do uso do telescópio nas observações astronômicas. Entretanto, conseguir ver imagens ao telescópio pressupunha um aprimoramento do olhar elaborado por signos culturais relacionados a novas atividades humanas. Finalizamos essa sequência, refazendo o percurso de Galileu e Edwin Hubble pelo *Stellarium*. De Galileu, vimos as manchas solares, as fases de Vênus, as luas de Júpiter, a face de nossa Lua e alguns dos milhares de milhares de estrelas da Via Láctea. De Hubble, a nebulosa de Órion e a Galáxia de Andrômeda.

Todas as observações de Galileu causaram impactos profundos nas concepções de universo de sua época e são consideradas marcos científicos importantes. Uma das mais fundamentais foi a observação das luas de Júpiter, em 1610, registrada em seu livro *O Mensageiro das Estrelas* (fig. 40, à esquerda). Ao observá-las, Galileu constatou que pontos brilhantes (que representou como os asteriscos) orbitavam ao redor de Júpiter e isso contradizia o modelo geocêntrico dominante no ideário da época. Pela tela do *Stellarium*, fizemos a mesma observação e pudemos acompanhar o movimento das luas, acelerando o tempo, para compará-lo com os desenhos.

Figura 40 - Registro das observações de Galileu sobre as luas de Júpiter. Tela do Stellarium com a mesma observação.

Manipulando livremente a ferramenta, os alunos retrocederam e adiantaram o tempo, conseguiram configurações semelhantes aos desenhos de Galileu, viram a superfície de cada lua e de Júpiter, compararam suas dimensões com a da Terra entre outras atividades.

A exploração dessa descoberta é importante para abrir o caminho para a teoria da Gravitação e a concepção do universo newtoniano. Uma nova visão dos céus, um novo

modelo de universo surge aí e é aprimorado até o século XIX, para formar uma consistente representação do universo: a ciência daquele momento concebeu um universo finito, limitado e estático, composto por bilhões de estrelas de uma única galáxia, a Via Láctea.

Se o céu dos antepassados era baixo, como um teto que podia ser talvez alcançado ou mais bem observado se subíssemos em monumentos, o céu de Galileu pouco maior que o nosso sistema solar, com alguns milhares de estrelas a mais. O céu de Newton era profundo e maior, com milhares de sistemas solares, regidos por um único princípio, a gravitação, que serviu para explicar a dança cósmica dos meteoros e cometas, ao sistema solar, deste à galáxia. (Ferris, 1990).

Mas o século XX anunciava outro céu, bilhões de vezes maior e mais profundo que o de Newton. Utilizamos o Stellarium, agora, para reproduzir as observações de outro grande astrônomo: Edwin Hubble. Em 1920, com o telescópio mais poderoso da época, Hubble começa a estudar pequenos pontos enevoados, nuvens, que não podiam mais ser classificados como estrelas. Com o uso de técnicas fotográficas Hubble registrou a impressionante imagem de aglomerados de bilhões de estrelas que formavam outra galáxia: Andrômeda (figura 41)

Figura 41 - Galáxia de Andrômeda.

Os alunos localizaram a pequena névoa no céu (fig. 42) e realizaram o *zoom* para localizar Andrômeda e outras galáxias na finalização da sequência.

Figura 42 - Localização da Galáxia de Andrômeda no Stellarium.

A discussão final girou em torno do fenômeno do *red-shift* (desvio luminoso causado pelo movimento da fonte de luz) percebido por Hubble e que levou a mais uma revolução no conceito de universo. Hubble percebeu que quase todas as galáxias apresentavam um padrão de luminosidade (desvio para o vermelho) que indicava um movimento de afastamento em todas as direções. Seria como desenhar pontos numa bexiga e inflá-la: à medida que a superfície da bexiga se expande, os pontos se afastam uns dos outros. Essa observação implicou não só a representação de um universo imenso, mas também um movimento de expansão. Essa foi a base da Teoria do *Big Bang* que encerra nossa sequência introdutória sobre astronomia. Inúmeros questionamentos, cuja resposta é aberta a todos nós e para os quais não temos um modelo dominante, surgem entre os alunos: O universo é finito? O que havia antes do Big Bang? O que é o nada? Se eu pudesse chegar ao fim do universo e atravessar sua parede, o que eu encontraria? O que é o espaço-tempo? Questões que permanecem afloradas, enriquecendo nossos olhares.

Abaixo indicamos outras fotos, de atividades realizadas pelos alunos em vários momentos dessa sequência didática:

Atividade de montagem de maquetes e operações com grandezas planetárias.

Atividade experimental com modelos de gravitação: curvatura espaço-tempo e desenhos sobre gravidade.

Atividade sobre construção modelos e teorias.

ANEXO III – Exemplo de questão de prova.

- a. Podemos avaliar as dimensões gigantescas das estrelas de Órion se as compararmos com nossa estrela mais próxima, o Sol. Observações astronômicas estimam que o diâmetro de **Rigel** seja de **90.000.000 km** e o diâmetro do **Sol** de **1.400.000 km**. Com esses dados, responda quantas vezes o diâmetro de Rigel é maior do que diâmetro do Sol?
- b. Com base em seu cálculo e utilizando uma régua, escolha a estrela (**A, B, C, D, E ou F**) que melhor represente proporcionalmente o **Sol em relação à Rigel**, marque-a com um quadrado tracejado e demonstre seus cálculos.