

O ALUNO NA AULA DE CIÊNCIAS

Maurício Compiani¹

compiani@ige.unicamp.br

Depto. de Geociências Aplicadas ao Ensino

Instituto de Geociências, UNICAMP

Caixa Postal 6152, Cidade Universitária Zeferino Vaz

13085-970 Campinas, SP, Brasil

Resumo

A preocupação em como articular a cultura escolar (ideologia, regras institucionais, política educacional) com os princípios de comunicação e a prática interativa dentro do contexto local da classe coloca em destaque a necessidade de uma melhor compreensão destes processos comunicativos e interativos. Este trabalho foca a interpretação no fluxo das enunciações dos diálogos entre professor-alunos e alunos-alunos. Ainda que seja inegável o controle do professor sobre a sala de aula, há uma razoável e diversificada participação dos alunos nos rumos das significações mais coletivas em sala de aula. Isso corrobora com a concepção de que o processo de aprendizagem não envolve simplesmente uma construção individual, mas sim coletiva, sendo um processo em que é fundamental compartilhar, comparar, contrastar e discutir os pontos de vista próprios com os outros. Assim, o ensino é um momento de negociação, é um encontro retórico e argumentador.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Ensino de Geociências; Discurso em Sala de Aula; Investigação em Sala de Aula.

Introdução

Este artigo terá o foco no olhar nas contribuições dos alunos nas interações instauradas nas salas de aula de ciências do Ensino Fundamental (5^a a 8^a séries). Os dados utilizados serão das pesquisas de doutorado do autor (Compiani, 1996), dos resultados do projeto "Geociências e a formação continuada de professores do ensino fundamental" (1997 a 2001)², coordenado pelo autor. Os referenciais teóricos são baseados em Vygotsky, Bakhtin, Werstch, Edwards & Mercer, Pontecorvo et al, Cazden e Candela.

Na leitura de Bernstein (1997) encontramos pesquisas mais ligadas aos fundamentos do campo da sociologia da educação que se configuram como estudos empíricos da escola vista como estrutura de organização e de práticas interativas, na qual o currículo, a prática pedagógica e as formas de avaliação fixam os termos para os encontros cruciais de professores e alunos no contexto da classe. Para o autor, há novos estudos que se centram na linguagem, no contexto e práticas de regulação e negociação que ocorrem nas classes. Há um menor peso na preocupação com o modo de como se estabelece o discurso regulador, a distribuição de poder e os princípios de poder, e maior peso na preocupação em como articular a cultura escolar (ideologia, regras institucionais, política educacional) com os princípios de comunicação e a prática interativa dentro do contexto local da classe.

A sala de aula possui dois traços e problemas principais (Edwards & Mercer, 1989): o professor introduz uma cultura pré-existente de atitudes, pensamentos e linguagem aos alunos,

¹ Professor Livre-Docente do DGAE-IG/UNICAMP.

² Projeto apoiado pela FINEP: 63.96.0785.00, pelo CNPq: 524360/96-0 e pela FAPESP: 96/2566-4.

e estes co-participam das significações e constroem seus conceitos por meio da (e na) interação com o professor, atividades e discurso de sala de aula. Por isso, afirmo que a compreensão da escola como um dos ambientes sociais de construção de conhecimentos passa por entender e profissionalizar o papel mediador do professor, as contribuições dos alunos e o discurso inerente à sala de aula. Neste artigo, vou focar a interpretação no fluxo das enunciações nos diálogos entre professor-alunos e alunos-alunos. É inegável o controle do professor sobre a sala de aula, porém como nos trabalhos de Candela (1998 e 1999) foi encontrada uma razoável e diversificada participação dos alunos nos rumos das significações mais coletivas em sala de aula.

Na contextura escolar, as várias disciplinas são um pensar-argumentar e um intuir-criar em diversos domínios de soluções de problemas, pois é o que se faz ao interpretar um romance, ao descrever e explicar um fenômeno, ao controlar o efeito de alguma variável, ao produzir um texto, ao associar uma série de eventos etc. Aceito a afirmação de Pontecorvo (1993) de que os contextos disciplinares escolares podem ser vistos como sistemas de signos nos quais se desenvolvem particulares práticas discursivas e usos específicos das ferramentas culturais. Na minha pesquisa como na de Pontecorvo et al (1992), o pensamento exercitado, foi essencialmente argumentativo e a postura foi interativa com ênfase na interlocução, no discurso oral e escrito e no uso de desenhos; este ressaltado porque várias explicações e representações dos fenômenos e processos geológicos o exigem para a própria constituição da representação e formulação conceitual.

As nossas pesquisas mostram a complexidade da interação em sala de aula. A mediação do professor é muitas vezes problemática, conflituosa ou que, muitas vezes, ele tem que ser drástico e decidir rapidamente. Muitas dessas decisões nem sempre são racionalizadas; no momento de tomá-las, são tácitas e também intuitivas. A aula é fundamental para explicitar a questão das significações em fluxo nos diálogos itinerizados, buscando compreender tanto o papel do professor quanto dos alunos nos rumos da aula. É necessário mostrar o que o professor fez, como por exemplo, os momentos onde ele está sistematizando, contrapondo, retomando, explicitando, discriminando etc, bem como, se possível, o que ele não fez. Neste artigo, vou me deter e mostrar, principalmente, as contribuições espontâneas e os *insights* dos alunos que dão novos rumos ao itinerário curricular da aula.

Por isso, um ponto crucial é criar, entre os professores, um ambiente cultural escolar de aprender a observar e de aprender com as comunidades, incorporando os recursos culturais que as crianças trazem para a escola. Isso não é nada fácil. É necessário, da parte do professor, uma grande capacidade de sentir e ouvir as elaborações conjecturais e conceituais de seus alunos, e que construa um guia de leitura que lhe dê um rol de interpretações. O papel do professor é primordial, já que, se apoiando no processo do aluno mas orientando-o para sínteses possíveis, favorece a discussão, cria um ambiente de escuta recíproca e de debate, faz com que o aluno se expresse e explique o melhor possível o que disse, explicita as divergências que vão aparecendo etc.

No meu ponto de vista, com base nas idéias de Geraldi (1998), é a valorização dos processos e práticas interlocutivas conjugadamente com o conjunto de informações de que dispões, que faz do aluno um aluno capaz. Uma proposta de ensino que leve em conta o acontecimento enunciativo da sala de aula e a relação de interlocução, de interação, produz saberes, produz discursos. São várias vozes dentro do discurso do professor e alunos. O professor precisa viver o acontecimento. Tudo isso reforça que devemos dar maior atenção à seqüência de um trabalho pedagógico na sala de aula, no qual sejam considerados o acontecimento, o local, o contexto e o processo interativo.

As idéias dos alunos

Este é um ponto bastante polêmico e com vários tipos de pesquisa. Vou desenvolver meu raciocínio valorizando a sala de aula como o contexto primordial de produção sócio-histórica dessas idéias. A questão principal aqui é que não devemos extrair as idéias dos alunos do contexto de sua produção com a pretensão de generalização pois perde-se a riqueza dialética da produção mediada de suas significações. Pior do que isso, por uma cultura do ensino de ciências, há a cientificização dessas idéias com um ímpeto analítico, classificatório em que se perde de vista o movimento, o processo, as complexas relações envolvidas no contexto de produção dessas idéias ou significações coletivas. Essa idéia de significação coletiva é bastante nova para mim, desde o meu doutorado, com base em Vygotsky e Bakhtin, venho perseguindo isso, mas ficou bastante límpida uma melhor compreensão e a importância disso, na palestra de Werstch em julho p.p. no II Encontro Internacional sobre Linguagem, cultura, cognição, quando o mesmo começou sua palestra apontando o quanto estamos impregnado do que chamou individualismo metodológico. O indivíduo, átomo, como base de análise. Até que ponto as idéias dos alunos são tão individualizadas assim? Claro que há o indivíduo pensante, mas suas idéias em grande parte fazem parte do movimento de significações em sala de aula. Nem sempre é possível assumir, com presunção de objetividade e de transparência, as expressões lingüísticas dos alunos, como indicadoras do pensamento apenas delas. Podem estar no fluxo das enunciações, tratando-se de pedaços de discurso que são expostos em cena durante a aula articulados em que os alunos, muitas vezes, estão cimentando as idéias em um exercício de recordação orquestrado pelo professor, ou estão respondendo aos seus desejos momentâneos, ou estão participando, efetivamente, dialogando (interagindo suas idéias em diálogos com o professor, entre eles ou em silêncio) na co-construção das significações mais coletivas.

Sabemos que é inevitável a educação em sala de aula sem um fundo de regras, pressupostos e conhecimentos implícitos. Porém, concordo com Edwards & Mercer (1989) que algumas coisas precisariam ser explicadas em sala. Segundo os autores, parece ser prática comum e apreciada por vários professores, o dar a lição sem que julguem necessário dizer aos alunos porque estão realizando certas atividades, ou como tudo se encaixa com o que estão fazendo e com o que continuarão a fazer. Eles afirmam que isso não é acidental, pois evitar a comunicação explícita dos objetivos e contextos de uma atividade é consequência da ideologia do professor: *“os alunos são essencialmente indivíduos que buscam a realização de seu próprio potencial individual, não há que ‘dizer-lhes’ coisas, devem aprendê-las por si mesmos.”* (1989, p. 169). Os referidos autores enfatizam que os professores, ao não se esforçarem abertamente para oferecer ajuda aos alunos a fim de que possam dar sentido às suas experiências, podem gerar a perda da utilidade de dessas experiências, ou que professor e alunos passem a recorrer a meios mais sub-reptícios de comunicação convencional. Por isso, afirmam que tal ideologia deva ser substituída por outra que enfatize a base sócio-cultural e discursiva do conhecimento e da aprendizagem. Com isso, configurar aulas que sejam mais abertas e explícitas pode propiciar um processo menos misterioso e difícil para os alunos.

No ensino de ciências, as correntes construtivistas, de um certo modo, pouco trabalharam com a mediação do professor no processo de construção de conhecimentos pelos alunos. Voltaram-se prioritariamente para identificar as idéias prévias dos alunos em relação a um campo específico de saber que se ensina. Quando muito, examinam a evolução destas idéias e a possível existência de obstáculos na aprendizagem mas, poucos trabalharam com uma classe e seu professor no dia-a-dia de sala de aula. Por trás, subentende-se que com apenas um razoável entendimento dos padrões das idéias prévias dos alunos, e com a utilização de estratégias gerais para promoção de mudança conceitual, o professor atingirá o seu objetivo de promover uma efetiva aprendizagem em seus alunos.

Talvez o fundamento básico dessa postura de ensino é a crença na aplicação reducionista e generalizada para a sala de aula da assunção de que existe um padrão geral nos tipos de idéias que os alunos utilizam para explicar o mundo através da linguagem. *"Provavelmente, há um padrão nos tipos de construções significativas dos estudantes originadas da experiência com o mundo físico e através da linguagem."* (Driver & Bell, 1986, p. 454). Para os autores, essa tendência geral do pensamento infantil é útil para planificar as atividades de aprendizagem. Segundo Driver & Oldham (1988), para as orientações gerais dessas atividades sugerem os seguintes passos fundamentais: tentar definir quais são as idéias prévias dos alunos em relação com o campo de saber que se ensina; examinar a evolução destas idéias e a possível existência de obstáculos na aprendizagem; esclarecer as estruturas preexistentes do aluno que deverão ser ultrapassadas, embora não esclareçam os modos dessa ultrapassagem.

Os limites desse ponto de vista são evidentes pois, segundo Astolfi & Develay (1990), pressupõem de maneira muito acentuada o caráter estável e invariável das idéias prévias. Como se estas fossem 'objetos naturais', preexistentes à atividade intelectual, que o observador apenas as tornaria evidentes já que, como afirmam Pozo & Carretero (1987): *"...[elas] isto é, surgem de modo natural na mente dos alunos, sem que exista nenhuma instrução nem atividade educativa desenhada para produzi-las."* (p.43).

É preciso, segundo Astolfi & Develay (1990), entender que as idéias prévias são, inicialmente, estratégias cognitivas em resposta a um problema. As respostas obtidas devem estar sempre relacionadas com seu contexto de produção. Para os autores, em se tratando de educação, o contexto de aprendizagem tem alguns determinantes, entre estes, o o professor, o currículo e a avaliação. Os problemas, na escola, são colocados pelo professor.

O ensino, como pretendo mostrar, terá papel destacado. Muitos professores introduzindo-se no 'construtivismo', elegem algumas afirmações provenientes cada uma de um estudante, constroem eles mesmos as relações entre as diferentes idéias, tendo como parâmetro o conceito científico em estudo, ou seja, acabam de novo impondo a estruturação da lógica da ciência ou da lógica do professor, e com isso, literalmente, cortam as iniciativas dos alunos. O professor ao invés de mediar as significações mais coletivas e a formação dos conceitos no contexto da discussão e do debate, organiza o discurso das crianças em uma seqüência de pedaços separados de conhecimentos, permitindo muito pouco as tentativas dos alunos de falarem entre eles para discutir as formulações recíprocas.

Em uma outra postura, as contribuições do professor não devem estar determinadas de ante-mão, mas devem interferir com as estruturas de acolhida do aluno, isto não significa que o aluno deve fazer o que quer. O professor precisa gerar uma série de situações para o aluno ser colocado frente a um certo número de limitações que serão negociáveis e evolutivas (Astolfi & Develay, 1990):. Pode-se partir de explicações dos alunos, sugerir ordenamentos destas, incentivar a clarificação das mesmas e novas perguntas, ações e resoluções por parte dos alunos a partir do compreendido. Pode-se partir das explicações científicas procurando-se uma maior exemplificação ou concretude entre as explicações científicas e os conceitos cotidianos aflorados na interação. Ou seja, nos dois casos uma espiral em negociação.

Nessa mesma linha argumenta Pontecorvo (1993): o professor precisa aceitar e utilizar as contribuições, a perspectiva que o aluno traz para as tarefas. Segundo a autora, verifica-se a dupla via da apropriação proposta por Leontev e recuperado por Newman et al (1989): a criança apropria-se de um instrumento cultural através de atividades culturalmente organizadas, enquanto que o próprio instrumento pode mudar pelo uso que um novo membro da cultura faz dele. Ao mesmo tempo, o professor apropria-se do que a criança diz ou faz, enquanto desloca-o para o nível solicitado pela atividade. Em outras palavras, incorpora as

ações, as idéias do aluno no seu modo de ensinar. É, também, a tentativa de construir-se uma relação bilateral de autoridade, em classe, com o aluno.

As interações na sala de aula

Vou apresentar duas partes de aulas em que as contribuições dos alunos foram decisivas para o rumo do ensino/aprendizagem. Na primeira, apresento partes da aula de ciências para 6ª série sobre o tema "As interações solo-plantas". Na segunda, 5ª série sobre o tema "A formação do universo".

Dentro do tema "As interações solo-plantas", a aula sobre "tipos de raízes" foi uma demonstração de como a interação discursiva aconteceu durante a aula. Segundo a própria professora em comunicação apresentada e publicada no Cole de 1999 (Sousa e Compiani, 1999): *"A aula tomou outro rumo daquele preparado pela professora, posso dizer que o assunto da aula acabou sendo "crescimento das raízes". A aula teve vários enfoques e a construção de conceitos foi acontecendo de forma compartilhada. Iniciei a aula mostrando a seguinte transparência:"*

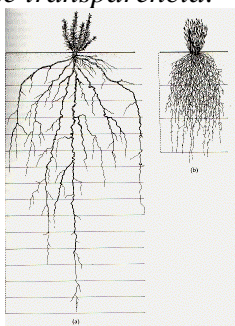


Figura retirada do livro *Biologia Vegetal*, página 437.

A partir de um discurso opositivo-argumentativo entre os alunos, a professora foi mediando a discussão e deixou de lado, o tema planejado sobre os tipos de raízes.

Jedsley: *"Dona as raízes não param de crescer nunca?"*

Rodrigo: *"Claro que pára porque tudo morre, né Dona"*

Jedsley: *"Eu quero saber é se a planta cresce até chegar lá no núcleo da Terra, lá na outra escola onde eu estudei aprendi que a Terra tem crosta, manto e núcleo. Lá no núcleo é tudo muito quente, parece lava de vulcão. A rocha é tão quente que é derretida."*

Rodrigo: *"Se lá no fundo da Terra é tão quente como você fala, então a raiz não pode chegar até lá, senão ela morre, né Dona?"*

Welber: *"Mais antes dela chegar lá no fundo da terra ela não tem que passar pelo lençol freático, dona? Eu acho que ela só cresce até chegar lá para chupar a água que ela precisa."*

Professora: *"quantos metros vocês acham que tem a raiz de uma árvore?"*

Diego Borges: *"Depende Dona, tem de vários tamanhos."*

Cibebe: *"Dona, a senhora disse que a raiz é maior do que a parte aérea da planta, uma árvore grande tem uns 60 metros?"*

Profa.: *"Considerando então que uma árvore gigante tenha uns 100 metros de altura, qual é o máximo que ela pode ter de raiz?"*

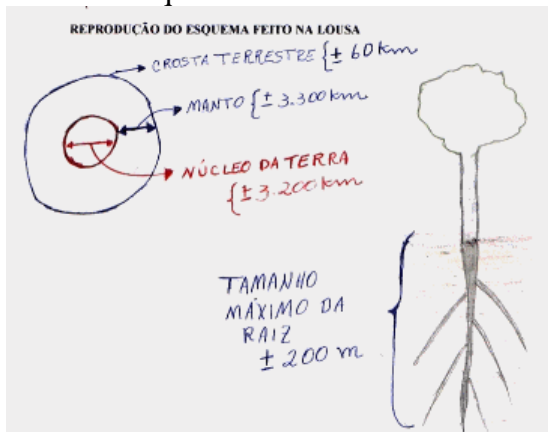
Classe: *"A raiz é mais grande, professora."*

Profa.: *"Considerando então que uma raiz bem grande tenha no máximo 200 metros de profundidade, vocês acham que essa raiz chega no núcleo da terra?"*

A professora utiliza-se da lousa para as explicações anteriores e surge uma nova pergunta:

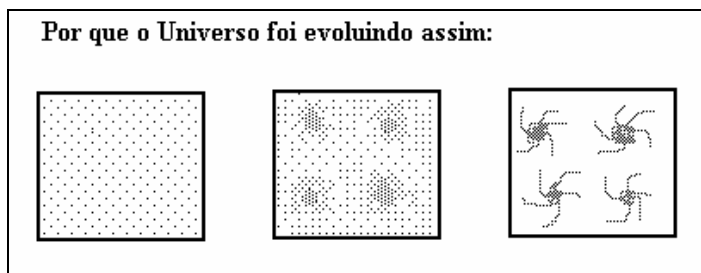
Rodrigo: *"Mais eu não sei quanto tem de fundura para chegar nesse tal núcleo!"*

A professora percebe o problema da noção de escala e passa a recordar e explicar desenhando na lousa que a crosta terrestre tem aproximadamente 60 km dependendo do relevo. O manto da Terra tem aproximadamente 3.300 km, o núcleo da Terra tem aproximadamente 3.200 km e o raio da Terra tem mais ou menos 6.500 km de espessura. Esses conteúdos sobre a estrutura da Terra já haviam sido ministrados pela professora para essa mesma classe quando eles estavam na 5ª série.



A outra aula analisada foi realizada numa 5ª série sobre o tema "A formação do Universo" (Compiani, 1996). Nos primeiros debates ocorridos, os alunos concluíram que o início do Universo foi a partir de uma explosão, seguida da expansão da nuvem cósmica. Na segunda parte da aula foi introduzido a pergunta e o modelo, a seguir, para criar o contexto conceitual a fim de ser compreensível a atuação da atração gravitacional sobre a expansão da nuvem cósmica, aglomerando e formando as galáxias.

Durante todo o desenvolvimento do tema foi grande a influência e permeou boa parte das idéias dos alunos a teoria da bola de fogo como formadora da Terra, que teve como principal mentor o aluno Daniel que assim expressou suas idéias prévias, no levantamento das



idéias prévias: *"Antes disso existia uma bola de fogo, o Sol. Veio um meteoro, da metade do Sol, que se aproximou do Sol. Houve uma explosão, quebrou em vários pedaços e começaram a se espalhar*

pelo Universo e cada grupo de pedaços de meteoro formaram as galáxias divididinhas, assim, uma distante da outra. Aí, eu acho que a Terra se formou de um pedacinho desses. Veio pegando fogo e passando pelas transformações, se resfriando, e criando bichos, tudo até hoje." Quando na última parte do tema foi focado a formação do Sistema Solar e da Terra, estava presente a teoria da bola de fogo e o professor num dado episódio deu continuidade ao debate assim:

- 1)P1: *Dois raciocínios aqui: um, é um pedacinho quente do Universo pegando fogo que se esfriou; o Fernando começou a falar outra coisa, vários pedacinhos foram se juntando, juntando. Vamos desenvolver um pouco mais esta idéia.*
- 2)Daniel: *Teve a atração, os pedaços espalhados começaram a se juntar e formaram o Universo.*
- 3)P1: *Nós estamos falando da Terra, não misture com o Universo. A nossa vila já veio pronta pegando fogo e se esfriou, ou um monte de pedacinhos foram se juntando?*

- 4) Alex: *Pegando fogo.*
- 5) Luís: *Pode ser as duas coisas juntas: a bola de fogo se esfriou e depois veio mais pedaços prá ajudar a juntar.*
- 6) Rafael: *Era uma bola de fogo e foram se juntando pedaços de meteoritos pequenos formando a Terra, por isso que no meio da Terra tem lava.*
- 7) Daniel: *A lava; o centro pode ser uma atração, os pedacinhos foram atraídos por um centro, aí se juntaram e poderia ser um núcleo dentro da Terra. Pode ser esta atração que chamou, que atraiu os pedaços formando a Terra.*

Diante da força da ‘teoria da bola de fogo’, o professor atuou mostrando uma contradição (1) e incentivando o desenvolvimento da nova explicação. Porém, o Daniel contrapõe-se (2) mostrando que a idéia do ajuntamento é a mesma da aglomeração, já discutida durante a formação das galáxias. No entanto, o professor reconduziu (3) o debate assinalando que, nesse momento, estava-se discutindo a formação da Terra e, novamente, explicitou a existência de duas idéias em conflito. Em seguida, o Luís contrapõe-se (4) relativizando o conflito, integrando as duas idéias em uma mesma explicação: a bola de fogo esfriou-se e depois foi acrescida de novos materiais. As idéias do Luís caíram como um presente para os defensores da bola de fogo e, na reestruturação do Rafael (5) e Daniel (6), a surgente idéia de ajuntamento (acrecção) foi absorvida e integrada às velhas noções dando nova vida à ‘teoria’ da bola de fogo.

Observe como o discurso dos professores, a teoria da acreção, vai sendo incorporada ao discurso mais ‘cotidiano’ dos alunos. A reutilização, por parte do Daniel e Rafael, da surgente idéia de acreção de matéria cósmica (meteoros etc) para formar a Terra foi interessante. A idéia de acreção estava nascendo como uma alternativa à ‘teoria’ da bola de fogo; esta tinha como um de seus sustentáculos a ‘prova fátual’ da existência de lava no interior da Terra. Tal base fátual era extremamente plausível dentro do corpo conceitual da ‘teoria’: se o interior da Terra apresenta lavas, material fundido etc, como a Terra não é um pedaço da explosão em fogo que se esfriou? O Rafael reintegrou com bastante consistência a surgente noção no corpo conceitual de suas idéias e manteve intacta a sua 'base fátual'. Entretanto, apontou mudanças significativas: a Terra não é apenas uma bola de fogo que esfriou, mas uma bola que, em fogo, foi acrescida de novos materiais. Desse modo, a idéia de ajuntamento continuou a ser debatida.

- 8) Tábata: *Quando se explodiu, um pedacinho tinha muita... puxava muitas coisas e foi puxando mais pedacinhos que passavam perto dele e, assim, foi se formando a Terra.*
- 9) P2: *Na verdade, é assim mesmo.*
- 10) P1: *Que força atuou?*
- 11) Tábata: *Tipo de força da gravidade, que vai puxando outros pedacinhos e foi se formando até ele (pedacinho) ser coberto e não ter mais força de puxar outros pedacinhos.*
- 12) P1: *Perfeito. Imaginem o que acontece, gente, se dois grandes meteoros se chocam?*
- 13) Alguns alunos: *Explodem e formam milhares de pedacinhos.*
- 14) P1: *Só vai explodir? Qual outra coisa que pode acontecer?*
- 15) Daniel: *Os pedacinhos podem explodir de novo e formar mais pedaços.*
- 16) P1: *Dois grandes meteoros podem se chocar e formarem vários pedacinhos. O que mais pode acontecer?*
- 17) Daniel: *Podem derreter e pegando fogo.*
- 18) P1: *O choque é com pequena ou grande velocidade?*
- 19) Alguns alunos: *Velocidade grande.*
- 20) P1: *Eles podem se espedaçar, ou ...?*
- 21) Alexandre: *Se juntam.*

- 22)P2: *A força é tão grande e o atrito é tão forte que aquilo deve derreter e esquentar tanto que eles se grudam. Se você pega o ferro (que é duro) põe no fogo ele derrete e fica uma massa linda vermelha.*
- 23)Aluno: *Vira um magma.*
- 24)P2: *Vira um magma. Então, dependendo do ângulo do choque eles se espedaçam, dependendo do ângulo a força é tão grande que eles se grudam e pelo próprio calor se juntam.*
- 25)Fernando: *Vai aumentando, aumentando cada vez mais, conforme vem mais matéria.*

A Tábata motiva-se e expõe (8) sua idéia de acreção: um pedacinho da explosão passa a atrair outros materiais formando a Terra. É importante pontuar que ela não entra no mérito se o pedacinho é em fogo ou não. A professora reforça (9) e o professor solicita explicação (10) sobre que força poderia ter provocado a atração. Ela responde (11) indicando a força da gravidade, que teria o papel de ir puxando os pedacinhos. No percurso, o professor reforça e problematiza (12) buscando acrescentar um novo elemento na discussão: choques de meteoros teriam formado a Terra. A opção do professor para aprofundar a idéia de acreção foram os meteoros: *"Imaginem o que acontece se dois meteoros se chocam?"*. Isso deu margem para as respostas de explosão e espalhamento de pedaços e, também, para a idéia de formação de magma e acreção. Como o primeiro tipo de resposta é muito parecido ao que se estava discutindo sobre a origem do Universo, teria sido necessário, para evitar confusões de compreensão, diferenciar as explosões dos choques de meteoros da do BIG-BANG. O tipo de resposta como a do Fernando: *"Vai aumentando, aumentando cada vez mais"*, foi aproveitada para fechar a noção de acreção enfatizando o mais importante: aumento de volume.

O interessante a extrair desses diálogos é que existe uma visão muito forte de que as idéias dos alunos são idiossincráticas e, portanto, refratárias a um compartilhamento social à moda da comunidade científica. Claro as diferenças são enormes entre a sala de aula e um fórum científico, mas a 'teoria' da bola de fogo foi partilhada por outros alunos além de seus defensores. A adesão não foi meramente afetiva. A 'teoria' da bola de fogo tinha a seu favor uma 'prova fatural' (as lavas dos vulcões e do interior da Terra) que no confronto não foi derrubada. Pelo contrário, alguns alunos, durante o debate, relativizaram a contraposição das idéias surgentes de acreção. Eles (Tábata e Luís) reutilizaram as idéias da ação gravitacional vistas anteriormente na formação das galáxias e deram uma nova explicação à existência de lava no interior da Terra.

A trama de significações vai se constituindo coletivamente e diferentemente para cada aluno. Um dos modos de aferição disso é através de atividades. No presente estudo, foi solicitado, que os alunos elaborassem uma narrativa com desenhos sobre a formação do Sistema Solar. Vou mostrar como a narrativa da Tábata é profundamente marcada por suas idéias prévias e respectiva participação na aula dialogada.

O central das idéias da Tábata aparece escrito no seu primeiro parágrafo. O que norteou a estória da Tábata foram as suas idéias prévias. Na verdade, ela fez um ajuste, um encaixe de algumas das idéias ensinadas com as suas. No questionário inicial, ela já havia escrito que a origem foi a partir da explosão de um grande meteoro que espalhou seus pedacinhos no espaço sem estar em fogo. Desse modo, o seu primeiro quadrinho desenhado ilustra essa explosão parecendo uma simbolização de divergência. No 4º parágrafo escrito ela utiliza as idéias dos professores para dizer que esse meteoro gigante foi formado por matéria comprimida e com alta temperatura. Ela teve um momento único na aula debate, quando expôs seu entendimento próprio da acreção na formação da Terra (o meteoro atraente...).

Tábata¹ (idade: 11 anos)

1- Conte uma história até a formação do Sistema Solar, ordenando as palavras ou frases:

Uma explosão de um meteoro grandíssimo que explodiu e lançou seu pedacinhos para todo o canto do universo. Esses pedacinhos foram atraídos para um pedaço de meteoro muito atraente que puxava os outros pedacinhos que foram formando grandes bolas gigantes. Essas bolas gigantes formaram galáxias.

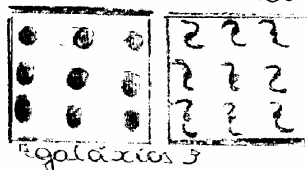
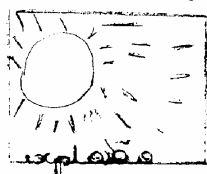
Elas foram se formando mais e mais planetas e planetas.

Existiu também uma nuvem brilhante de poeira cósmica que explodiu e suas partes se espalharam e sentaram nos planetas e deu buracos.

Esse grande meteoro que explodiu foi formado por matéria que se comprimiu com alta pressão e temperatura, e não aquecendo explodiu.

Dessas galáxias também foram se formando os Sistemas Solares, dessa formação surge muita atração gravitacional que também acontece nos movimentos rotacionais que os planetas fazem, em torno do Sol etc.

2- Demonstre sua história num desenho.



Talvez, por isso, o evento mais importante, após a explosão e espalhamento, foi o meteoro atraente que, conforme o segundo desenho, foi atraindo os pedacinhos espalhados pela explosão formando os planetas. Depois então, ela utilizou os Q2 e Q3 do modelo científico para representar a formação das galáxias. Casando o escrito com os desenhos, esses pedacinhos formaram bolas gigantes (desenho 3) que foram formando as galáxias, espiralzinhas (desenho 4). Pelo seu segundo parágrafo, planetas e galáxias continuaram a ser formados. Em seguida, dessas galáxias foram se formando os sistemas solares. O Sistema

Solar ela representou com uma grande espiral.

A estória de Tábata já é marcadamente diferente das outras da turma. Ela encaixou algumas das idéias ensinadas para explicar melhor a sua peculiar idéia de formação do Sistema Solar. Com boa capacidade de síntese e do contexto da narrativa ela ajustou explosão do meteoro, meteoro atraente, formação dos planetas, formação das bolas gigantes e galáxias, finalizando na formação do Sistema Solar. Seu lado racional, analítico aparece melhor na sua escrita do que em seu desenho. Ela cria parágrafos próprios para explicar e amarrar melhor partes já escritas. Os desenhos sem a parte escrita não formam uma seqüência narrativa claramente legível

Alguns pontos de discussão

Tudo isso nos alerta para o fato de que a construção de um conceito não pode ser estudada como um processo linear de generalização ou concretização e sim, como uma construção progressiva e, muitas vezes, conflituosa em que vários fatores interferem, determinam e constituem o próprio ato construtivo, como o próprio contexto interativo, as tramas discursivas da sala de aula e a mediação do professor.

Se é plausível a hipótese de Vygotsky de que a evolução dos conceitos científicos difere essencialmente da maneira do desenvolvimento dos conceitos cotidianos formados pela criança, para mim, a consideração de que os conceitos cotidianos somente entendidos como ponto de partida, enquanto os conceitos científicos são compreendidos sempre como ponto de chegada no processo de ensino-aprendizagem, não leva em conta a riqueza e a complexidade da sala de aula. Tal visão não capta que tanto os conceitos cotidianos como os científicos mudam no transcorrer do ensino, pois a aprendizagem destes, passa pela incorporação de novos significados, pela evolução das interconexões entre conceitos cotidianos e científicos. Os conceitos cotidianos devem ser necessariamente trabalhados, em sala de aula, com a mesma importância aos conceitos científicos. Tudo isso contribui com a tentativa de construir-se uma relação bilateral de autoridade, em classe, com o aluno.

Em meu doutorado (Compiani, 1996), eu já havia escrito que concordava com Edwards & Mercer, que se apoiando em Bruner (1986), afirmavam que o processo de aprendizagem não envolve simplesmente uma construção individual, mas sim coletiva, sendo um processo em que é fundamental compartilhar, comparar, contrastar e discutir os pontos de vista próprios com os outros. Assim, o ensino é um momento de negociação, é um encontro retórico e argumentador em que o conhecido é simplesmente o que alguém reivindica: está aberto ao escrutínio, à reflexão. Para eles, a noção de postura e contrapostura é básica e gostaria de citar um trecho de Bruner:

“a linguagem do ensino, se quiser-se que seja um convite à reflexão e à criação de cultura, não pode ser a chamada linguagem não contaminada do fato e a ‘objetividade’. Deve expressar postura e contrapostura e, no processo, deixar lugar para a reflexão, para a metacognição. Este processo de objetivar em linguagem ou em imagem o que se pensou e logo dar-lhe as costas e reconsiderá-lo é o que nos permite avançar.” (1986, p. 129, apud Edwards & Mercer, 1989, p. 164)

Referencias citadas

ASTOLFI, J.P. & DEVELAY, M. (1990) *A didática das Ciências*. Campinas: Papirus Ed., 132pp.

BAKHTIN, M. *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Ed. Hucitec, 1981, 196pp.

- BERNSTEIN, B. *La estructura del discurso pedagógico*. Madrid: Ed. Morata, 1997. 237pp.
- BRUNER, J.S. *Actual minds, possible worlds*. London: Havard University Press, 1986.
- CANDELA, A. A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de ciências. In: COLL, C. & EDWARDS, D. (Org.) *Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula*. Porto Alegre: ArtMed, 1998, Cap. 6, pp. 143-169.
- CANDELA, A. *Ciencia en el aula*. México: Paidós, 1999.
- CAZDEN, C.B. *El discurso en el aula -el lenguaje de la enseñanza y del aprendizaje*. Barcelona: Paidós & MEC, 1991, 235pp. (Temas de Educación)
- COMPIANI, M. (1996) *As Geociências no ensino fundamental: um estudo de caso sobre o tema "A formação do Universo"*. Campinas: FE/UNICAMP, 216pp. (Tese de doutorado)
- DRIVER, R. & BELL, B. (1986) Students' thinking and the learning of science: a constructivist view. *School Science Review*, v.67, n.240, pp.443-456.
- DRIVER, R. & OLDFHAM, V. (1988) Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en ciencias. In: PORLAN, R., GARCIA, J.E. e CANAL, P. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Diada Ed, pp.115-136.
- EDWARDS, D. & MERCER, N. *Common knowledge: the development of understanding in the classroom*. London: 2ªed, Routledge, 1989, 187pp.
- GERALDI, J. W. *Recuperando as práticas de interlocução na sala de aula (Entrevista)*. *Presença Pedagógica*, Belo Horizonte - MG, v. 4, n. 24, pp. 5-19, 1998.
- NEWMAN, D.; GRIFFIN, P. & COLE, M. *The Construction Zone: working for cognitive change in school*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989, 173pp.
- PONTECORVO, C. (1993) Interazione sociale e conoscenza. Le discipline come pratiche di discorso. *Scuola e Città*, 2, Anno XLIV, pp. 56-71.
- PONTECORVO, C.; AJELLO, A.M. & ZUCCHERMAGLIO, C. *Discutendo si impara*. Roma: Nuova Italia, 1992, 266pp.
- POZO, J.I. & CARRETERO, M. (1987) Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia? *Infancia y aprendizaje*, n.38, pp.35-52.
- SOUZA, M.J.L. de & COMPIANI, M. A interação discursiva na sala de aula de ciências com o tema "as interações solo-planta". In: CONG. LEITURA BRASIL, 12, e ENCONTRO CIÊNCIA, LEITURA E LITERATURA, 3, Campinas, 1999. *Anais, CD-ROM*, Campinas: ALB/FE,IEL-UNICAMP, 1999, 7 pp.
- VYGOTSKY, L.S. (1979) *Pensamento e linguagem*. Lisboa: Ed. Antídoto.

ⁱ Ouve uma explosão de um meteoro grandíssimo que explodiu e lançou seus pedacinhos para todo o canto do universo. E esses pedacinhos foram atraídos para um pedaço de meteoro muito atraente que puxava os outros pedacinhos que foram formando grandes bolas gigantes./ Essas bolas gigantes formaram galáxias./E foram se formando mais e mais planetas que se expandiam, formando mais galáxias e planetas./ Existiu também uma nuvem brilhante de poeira cósmica que explodiu e suas poeiras se espalharam e sentaram nos planetas e deu brilho a eles./Esse grande meteoro que explodiu foi formado por matéria que se comprimiu com alta pressão e temperatura, e não aguentando explodiu./ Dessas galáxias também foram se formando os Sistemas Solares, dessa formação ouve muita atração gravitacional, que também ajudou nos movimentos rotatório que os planetas fazem, em torno do Sol etc.