



Verbal e visual, análise e síntese no ensino de ciências – um olhar geológico como ciência histórica

Verbal and visual, Analysis and synthesis in science education - a vision geologic as historical science

Maurício Compiani

Instituto de Geociências
Universidade Estadual de Campinas – SP
compiani@ige.unicamp.br

Resumo

Este trabalho é um ensaio teórico na área do Ensino de Geologia que, ao realçar os aspectos epistemológicos de ciência histórica da natureza, pretende contribuir para o Ensino de Ciências. A partir desse referencial de ciência histórica discute-se as inter-relações entre análise e síntese e entre fragmento e totalidade nas observações, explicações e representações dos fenômenos. Há contribuição dessa ciência para outros olhares no ensino básico ao lidar de modo próprio com imagens em relação a um reinado quase hegemônico dos enunciados, na sua forma de discurso oral e escrito pelas definições e ilustrações. A partir de práticas escolares em que síntese, contexto e percepção visual geram conhecimentos mais contextualizados e históricos, contrapõe-se o ainda forte ideal analítico e seu princípio da causalidade geradores de generalizações descontextualizadas.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Ensino de Geociências; linguagem visual; trabalhos de campo; Gestalt.

Abstract

This work is a theoretical essay in geology teaching that aims at contributing to science education from emphasizing the epistemology of historical science of nature. From that historical background, it discusses the interrelations between analysis and synthesis and between fragment and totality in the observations, explanations and representations of phenomena. This science contributes to other views in the basic education context when it copes with images in a specific way, in contrasts to an

almost hegemonic reign of the enunciations, in the form of oral and written discourses that express definitions and illustrations. In school practices, there is a contrast between the still strong analytical ideal and its causality principle's (generators decontextualized generalizations) and practices in which synthesis, context, and visual perception generate more contextualized and historical knowledge.

Keywords: Science Education; Geosciences Teaching; visual language; fieldwork; Gestalt.

Preâmbulo

Neste artigo discuto um tema que acredito seja relevante para o futuro do ensino de ciências, no qual a Geologia, que no Brasil tem sido uma disciplina secundária entre Biologia, Química e Física, teria papel de destaque para introduzir e desenvolver na escola uma cultura com a linguagem visual e raciocínio espacial e de um pensamento mais sintético e correlacional. Há em movimento diversas mudanças, que ainda não estão nada claras, envolvendo as imagens e novas espacialidades nesse mundo digital e geo-referenciado que vivemos. Na escola, acredito que a Geologia com sua epistemologia de ciência histórica e sua metodologia qualitativa de observar e interpretar a natureza aponta para uma valorização das observações dos fenômenos na/com a sociedade e na natureza por meio, principalmente, dos trabalhos de campo e sensores remotos. A partir do ensino de Geologia, penso contribuir, recolocar e redefinir as imbricadas e complexas relações entre análise e síntese, singular e generalização, verbal e visual e contexto e descontextualização. Essas relações são amplas mas nesse artigo, que é um ensaio teórico, serão desenvolvidas dentro do campo do ensino de Geologia na escola básica e bastante focadas para tratar com mais detalhe as interessantes discussões entre o enunciável e a imagem e a análise e a síntese. Também, vou me ater mais aos trabalhos de campo do que aos sensores remotos.

Há uma prática científica muito enraizada na Geologia e Geografia de estudos de campo com um forte papel do contexto, das observações, descrições e interpretações qualitativas do lugar, da paisagem, do afloramento geológico, do bairro, da cidade, do urbano e do rural etc. Faz parte da epistemologia dessas ciências essa prática científica de olhar para o contexto, o histórico, o singular, as particularidades em busca das mais diversas e complexas relações entre processos e produtos, a parte e o todo, o histórico e o generalizável. Essas ciências contribuem para noções diferentes do empírico, por exemplo, as observações estendem-se no tempo nas suas diversas escalas e nas mais diversas extensões e escalas espaciais, distribuem-se no social e usam uma série de instrumentos de coleta de dados e as mais variadas formas de representações visuais, viso-verbais e verbo-visuais. Os dados empíricos e as teorias são produtos dos mais variados tipos de observações diretas e indiretas e respectivas interpretações de informações.

Esse artigo e as pesquisas que estão por detrás são parte de uma preocupação minha e do grupo de pesquisa que coordeno com o papel destacado que as imagens e sons vêm adentrando nas práticas sociais e nas conceituações do mundo. Afirmo que o reinado do mundo verbal e textual está sendo posto em cheque e, com isso, não estou do lado daqueles que acreditam que o mundo teórico também deva ser desvalorizado, pelo contrário precisamos aumentar nossa capacidade interpretativa e teórica

envolvendo sob uma perspectiva dialético-histórica as novas formas de representação com imagens e sons em interação recíproca com o verbal. Na escola, o domínio do ensino das definições por meio do uso do “cuspe e giz” precisa ser modificado para possibilitar diferentes compartilhamentos com as linguagens visual e sonora. Nesse artigo vou me ater mais às imagens do que a linguagem sonora, que é ainda mais esquecida. Paradoxalmente, as imagens têm sido utilizadas cada vez mais pelos professores e constam cada vez mais nos livros didáticos, onde em geral elas são vistas como assessoras do verbal, ilustrativas ou demonstrativas das definições, modelos e teorias (CARNEIRO, 1997; MARTINS et al., 1997).

Parece que, mesmo com uma vasta quantidade de imagens, existe um modo mais verbal de se ensinar ciências que se sobrepõe, apaga e desloca as especificidades da linguagem visual e o contexto da descoberta das elaborações científicas. Acredito que pesquisas, como as de Lemke (1990) e Sutton (1996) sobre a linguagem nas ciências e suas decorrências para o ensino, iluminam algumas pistas sobre essa situação. Lemke afirma que ensinar ciências é adquirir familiaridade com linguagem e sistemas de símbolos empregados pela comunidade científica, isso é muito mais do que adquirir termos especializados e repertório. Para ele, o ensino de ciências é facilitado se aumentarmos nossa compreensão da caracterização e diferenciação de aspectos da linguagem científica em relação à linguagem mais coloquial do cotidiano dos alunos. Alguns exemplos, a linguagem científica é abstrata com termos técnicos e simbólicos, buscando significados mais universais do que os particulares significados da linguagem coloquial do dia-a-dia, nos relatórios e textos a linguagem científica utilizada é expositiva, analítica e impessoal com pouco uso de metáforas do que a mais narrativa e pessoal linguagem do dia-a-dia. Por outro lado, Sutton, discutindo como os cientistas escrevem, traça um caminho dos primeiros textos apresentados em eventos e revistas científicas passando por capítulos em livros que sistematizam um campo de pesquisa até chegarem aos livros textos. Nesse percurso, os escritos iniciais mais interpretativos carregados com persuasões até mais pessoais e com mais dados contextualizados de tempo e lugares específicos da pesquisa vão sendo substituídos por afirmações descontextualizadas que aspiram algum grau de validade universal até as definições sistematizadas e acabadas transformadas em fatural e lógica linguagem científica. Sutton sugere que o uso dessa linguagem fatural nas escolas ensinada para os alunos cria a impressão de que os cientistas descobrem os fatos sobre o mundo natural ocultando um processo imaginativo, criativo e muito cuidadoso de construção científica. Lemke sugere que essa busca de validade universal com o apagamento das ações humanas do contexto da construção cuidadosa científica é uma das possíveis causas do por que o ensino de ciências é chato e alienante para os adolescentes. De certo modo, esses dois autores contribuem para nossas questões de que a hegemonia do ensino das definições precisa ser modificada para uma maior relevância das imagens, que não seriam acessórias e apenas ilustrações das teorias e dos modelos. Hoje, ícones e símbolos diversos são utilizados com grande poder generalizante, tanto quanto as palavras e fórmulas. Além disso, no contexto das construções científicas, as imagens adquirem papel relevante, apresentando uma crescente preocupação no ensino de ciências. Há uma discussão própria entre percepção visual e pensamento relacionada aos contextos específicos de produção científica, na qual as imagens não fazem parte apenas da percepção mas compõem os significados das generalizações próprias do pensamento. Defendemos uma visão mais contextual que valoriza nos

momentos da criação científica, as conjecturas, as formulações de hipóteses, as explicações e representações com linguagem visual envolvendo a análise e a síntese.

Assim, no contexto do objetivo da discussão das relações entre análise e síntese e enunciados e imagem, insere-se também o tratamento do aspecto recém mencionado de um modo mais verbal de se ensinar ciências, modo este fortemente transmissivo com base em repertório generalizante e descontextualizado. Paradoxalmente, no ensino de ciências há uma valorização do generalizante universal em consonância com o ainda forte ideal analítico, que valoriza a fragmentação. Esses aspectos que caminham juntos, no meu modo de ver, reduzem o ato de ensinar e aprender e desvalorizam a interpretação e raciocínios mais complexos e sintéticos. A concepção de complexidade nesse texto se refere às teorias materialistas dialéticas envolvendo os aspectos e, por vezes, dimensões da parte e todo, do uno e múltiplo, do fenômeno e essência, do caráter orgânico estruturado do conhecimento e da conjugação entre periodização histórica e síntese espacial.

Outra grande preocupação é que se olharmos para as pesquisas sobre ensino de ciências, vamos deparar com sofisticadas e interessantes pesquisas sobre análise de discurso, abordagens sócio-culturais com Bakhtin e Vigotski entre outras, mas quase todas estão também dentro da moldura e do primado da linguagem verbal. Todas essas pesquisas têm-nos trazido farto material sobre abstrações verbais e caminhos e descaminhos das generalizações. No ensino de ciências em geral são mais recentes as pesquisas sobre o papel da visão e da imagem em interação recíproca com o verbal nas generalizações, bem como sobre o papel específico das imagens nas generalizações. O ensino de Química ao tratar a tríade entre macro, micro e simbolizações vem desenvolvendo aspectos interessantes da visualização de imagens e suas representações, o que tem trazido contribuições sobre o papel das imagens na análise dos fenômenos e nas consequentes generalizações com o uso visual, visoverbal e verbovisual (GILBERT; TREAGUST, 2009). Esse tema das abstrações e generalizações e suas relações com a imagem perpassa nosso objetivo de discutir a questão da análise/síntese e parte/todo, encontrado no ensino de Química. Porém, essas pesquisas não tratam sob um ponto de vista do pensamento histórico e dialético, o que pretendo desenvolver nesse artigo. Assim, sob a visão do ensino de Geologia, esse artigo objetiva discutir novas matrizes de indagação nas quais terão papel destacado a imagem e os raciocínios espaciais e suas relações com a percepção visual e análise/síntese, e nessas inter-relações discutir como os objetos e espaços são definidos e construídos nas elaborações mais contextualizadas e nas generalizações que não perdem seus referentes de origem. Buscamos um olhar mais próprio para a linguagem visual, associando essa linguagem às suas relações com espaço, contexto e lugar. Especificamente, partimos de contextos reais e conflituosos de sala de aula, do lugar da escola e do ambiente de seu entorno. Aqui há um intenso diálogo com o ensino de Geografia, no qual o espaço e lugar são categorias essenciais para seu ensino.

No ensino de ciências em geral há vários artigos que discutem as imagens nos livros didáticos (CARNEIRO, 1997; AMADOR; CARNEIRO, 1999; BELMIRO, 2000; MARTINS, 2002; PERALES; JIMÉNEZ, 2002; FREITAS, 2002; SILVA; COMPIANI, 2006; MARTINS, 2006) e também assunto mais distante desse artigo como o papel das imagens na divulgação científica ou ensino não formal. Há trabalhos mais próximos tratando da linguagem visual nas suas relações de ensino-aprendizagem em sala de aula, como o

de Martins (1997), que faz uma análise sistemática do papel das imagens e dos gestos na realização de funções retóricas, ou o de Nascimento e Martins (2005), também sob uma análise da retórica. Há também as pesquisas de Perales (2006) que aprofundam critérios para fundamentar a análise, a avaliação e a classificação dos diferentes formatos de usos de imagens na educação científica. Há ainda o trabalho de Silva et al (2006) que discute uma série de cautelas a ser tomada na utilização de imagens na sala de aula. Sob um enfoque multimodal, que não é o ponto de vista que desenvolvo minhas pesquisas, há contribuições recentes envolvendo as comunicações e interações em sala de aula de ciências. A multimodalidade enfoca três grandes conjuntos de modos: i) os modos verbais; ii) os modos gestuais/acionais; e iii) os modos visuais (Veja em MÁRQUEZ; IZQUIERDO; ESPINET, 2003 e NASCIMENTO, 2007).

Com tanta tecnologia, produtos industrializados, no mundo das cidades e mesmo no lazer, os seres humanos estão perdendo o senso de que são parte de ecossistemas, do mundo natural e da Terra, vivendo, por exemplo, em bacias hidrográficas e não somente entre ruas e edifícios. E a escola vem contribuindo muito para esse distanciamento do lugar, do espaço em que vivemos. Há uma escola mais hegemônica, que de certo modo, ignora a vida, pois idealiza um aluno abstrato, sem tempo e sem espaço. O aluno real, com sua experiência social e individual em seu lugar, é ignorado. Por não ter um interlocutor real, essa escola é incapaz de ocupar a sua posição, de produtora de conhecimento gerido da interação entre o mundo cotidiano e científico. Isso decorre de uma dissociação causada pela valorização do mundo da teoria em detrimento do mundo real e vivido. Tudo isso reforça o que estamos desenvolvendo em nossos projetos de estudos críticos do lugar/ambiente, nos quais são considerados os acontecimentos, os processos interativos, os contextos e o lugar. Nessa outra escola que desenvolvemos nossas práticas, ela se configura como um local do diálogo, compartilhamento, complexidade, contextualização, interdisciplinaridade e solidariedade. É nessa escola vibrante, curiosa e com possibilidades de construção de conhecimentos contextualizados que desenvolvemos práticas escolares que trataram das imagem e do espaço como elementos constituintes das elaborações conceituais.

Há duas contribuições próprias do ensino de Geologia para o debate. A primeira refere-se ao papel pedagógico que os trabalhos de campo jogam na elucidação do tema desse artigo que são as relações entre os enunciados verbais e as imagens. Um dos resultados dos trabalhos de campo na escola é o incentivo para o largo uso de diferentes imagens, tais como fotos, fotos aéreas, imagens de satélite, expressões gráficas etc. Como será visto neste artigo, os trabalhos de campo geraram interessantes usos da linguagem visual conjugadas com o verbal. Outro resultado é auxiliar na superação do raciocínio causal linear e simples do conhecimento cotidiano, introduzindo maiores complexidades com o conhecimento científico nessa escolaridade, já que lidar com o espaço e o tempo geológico introduz dificuldades cognitivas específicas para a compreensão dos fenômenos, frente ao mundo "mais contíguo" das experiências cotidianas. Há um modo muito peculiar das geociências tratarem esses aspectos e os geólogos envolvidos com o ensino vêm discutindo isso (cito alguns trabalhos que me auxiliaram para a tarefa desse artigo: LEVESON, 1988; PASCHOALE, 1989; FRODEMAN; 1995; COMPIANI, 2006a).

A segunda refere-se à visão de escala (COMPIANI, 2006, 2007), não no sentido quantitativo e matemático, mas no sentido de qualificar a grande variedade de

situações possíveis entre o contexto geral e o específico. Exemplificando: na escala dos textos, imagens, atividades e diferentes recursos didáticos, há o contexto endógeno específico de cada recurso e o exógeno mais amplo não linguístico de cada recurso; na escala de sala de aula, há os discursos próprios com seus específicos gêneros discursivos, como também específicos produtos de atividades escolares e o contexto mais geral extra verbal relacionado às famílias dos alunos ou mesmo ao contexto social do bairro ou o mundo cultural mais amplo e o mais direto, mas ainda assim, extra-verbal relacionado às coisas escondidas das relações institucionais e culturais da comunidade escolar. E, assim, por diante, na escala da escola, da diretoria de ensino, das políticas públicas educacionais até a educação no mundo. Essa visão de escala como um método de abordagem para os trabalhos de campo nas suas observações e representações será utilizada como um apoio às discussões e não propriamente desenvolvida. O mesmo se aplica às dimensões horizontal e vertical da dialética que serão utilizadas como apoio e não foco de discussão do artigo.

Por fim, antes de passar para o item seguinte, quero afirmar que com o apoio da Gestalt (ARNHEIM, 1980 e 1987) e de Vickers (1979), que discutem percepção visual nas suas relações contextuais e sintéticas e conceituações nas suas relações descontextualizadas e analíticas, venho desenvolvendo pesquisas nesse campo no ensino de ciências: Compiani (2006a, 2011, 2012). Nesse artigo além desse apoio teórico vou utilizar também as ideias de Martínez García (2004) que apresenta uma abordagem semiótica para as relações entre imagem e símbolo na infância.

O apego às generalizações e ao ideal analítico

Nós ensinamos como construir representações sobre os fenômenos ou transmitimos as representações prontas e acabadas dos fenômenos? O primado é a transmissão das representações acabadas. O ensino com imagens poderia reverter esse quadro? Reverter esse quadro é tratar de envolver professores e alunos na elaboração de sentidos e significados sobre e dos fenômenos de forma conjunta e de um modo que pratiquem a construção de suas representações e não apenas a transmissão e aplicação das representações construídas teoricamente. Uma das questões seria tratar forma e conteúdo como indissociáveis, o que normalmente não vem sendo trabalhado nas escolas que valorizam os conteúdos, ou seja, os enunciados-definições, com as imagens os ilustrando. Outra é tratar processos e produtos também como indissociáveis, porém a escola despreocupa-se com os processos e centra-se nos produtos, no repertório das definições. Inverter não significa um construtivismo fundamentalista, no qual tudo deva ser construído. Um dos caminhos, que vou desenvolver nesse artigo, é tratar análise e síntese de um fenômeno e sua representação como unidades distintas mas conjugadas e indissociáveis no movimento de elaboração de sentidos e significados.

Minha hipótese é que a incorporação de trabalhos de campo¹ e da linguagem visual no processo de ensino-aprendizagem poderia clarear e propiciar uma atitude crítica diante do uso corriqueiro, na escola, de recursos descontextualizados, que apresentam conceitos e generalizações (primado dos enunciados e fórmulas) sem conexões com os respectivos objetos e fenômenos singulares. Por meio da Geologia, Paschoale (1984) já introduziu ideias interessantes sobre o assunto ao discutir que se ensina primeiro o enunciado “granito” pela sua definição e depois se exemplifica com imagens ou mesmo granitos coletados no campo ou vistos em atividades de campo ilustrativas, os exemplos ideais de granitos. No ensino, o autor propõe a inversão para se começar por granitos no campo, uma vez que observar e manipular granitos revela a mediação entre um corpo rochoso singular e o conceito de granito, pois temos a configuração - de um ou alguns granitos - que nos dá indícios das propriedades do enunciado “granito”. Usualmente, nos livros didáticos que discutem sobre granitos, a descrição de um corpo rochoso particular é feita por uma série de generalizações, que não revelam a mediação entre os granitos existentes e o conceito (enunciado) de granito. Poucos são os professores atentos ao papel da imagem. Será que uma cultura imagética por vir poderá inverter esse primado do verbal?

Pela história humana, pelas narrativas humanas, o poder do verbal é possível se compreender com esse trecho de Proust na obra “Em Busca do Tempo Perdido”:

Os nomes que designam as coisas respondem sempre a uma noção da inteligência, estranha às nossas impressões verdadeiras e que nos força a eliminar delas tudo o que não se reporta a essa noção. (Proust, 2006, v. 2, p. 487)

Entre o enunciável e a imagem, há o primado do primeiro (palavra e fórmula) sobre o segundo (formas/espacos), na medida em que o fenômeno e sua imagem se deixam determinar (citar, descrever, explicar) parcialmente pelo enunciável. As palavras usualmente enquadram as ideias e reforçam as convenções que as sustentam, isso porque um discurso consensuado é menos incômodo o quanto mais socialmente for aceito. A afirmativa anterior é valorada numa escola generalista, descontextualizada que prima pelo discurso escolar oral e escrito, das definições, das ilustrações e das demonstrações. Trago dados específicos de dois projetos para polemizar a afirmação anterior discutindo o papel das imagens no lugar/ambiente em uma escola que buscou desenvolver os conhecimentos de forma contextualizada, que buscou investigar e aprender com a elaboração de conhecimentos escolares. O meu foco não é a estrutura disciplinar da escola acreditando que a interdisciplinaridade seja solução, tanto que trago para discussão uma experiência disciplinar e outra interdisciplinar. O meu enfrentamento é com o poder do verbal e o esquecimento de outras linguagens,

¹ No ensino de Geologia há uma larga tradição de atividades de campo, pois são excelentes ambientes onde o ensino/aprendizagem pode se dar por meio de diferentes papéis didáticos que possam ser adotados, tais como ilustrativo, indutivo, motivador e investigativo (BRUSI, 1992; COMPIANI; CARNEIRO, 1996; HAWLEY, 1997). Como prática, o campo representa tanto o local de onde se extraem as informações para as elaborações teóricas, como aquele onde tais teorias são testadas. Em suma, o trabalho de campo é, ao mesmo tempo, fonte de informações e de crítica da produção científico-geológica, peça fundamental para assimilação e construção de seus conceitos. É principalmente no campo que os geólogos testam suas hipóteses, reformulam ou complementam suas teorias. Portanto, a partir da observação da natureza, desenvolvem-se o raciocínio geológico e a capacidade criativa.

notadamente, a visual. Ao valorizar o visual vou, como decorrência, fazer um aprofundamento da análise e síntese nas discussões seguintes desse artigo.

No campo de visão humana, as imagens de uma paisagem (fenômeno), que aguçam a simultaneidade do contexto, e as expressões gráficas dessa paisagem (representação), potencialmente, dariam conta das particularidades e suas relações com o contexto buscando manter uma visão de síntese sem perder as relações com as particularidades das partes. Síntese e análise são movimentos do pensamento que se conjugam. A análise visa a generalização de aspectos e partes do fenômeno rumo à descontextualização, já a síntese busca que essas generalizações não percam as relações de contexto que as originaram, ou seja, busca manter as referências do espaço e tempo dos aspectos dos fenômenos e objetos que as originam. O problema da análise não está no fragmentar, no particularizar mas no fazer isso desconsiderando o contexto espaço-temporal do fragmento, ou seja, perde-se a relação com a síntese e a história, tornando-se um raciocínio de causa e efeito fundado na causalidade sem contexto, pois o princípio que reina é o da singularidade que se torna geral com base na universalidade dos fenômenos físicos. No reinado desse princípio, o geral quer ocupar o lugar de síntese. Ora uma parte generalizada não ocupa o espaço de significação da síntese. Síntese pressupõe um movimento da percepção e do pensamento em uma dada escala de observação ou compreensão, na qual uma certa totalidade mais sincrética é o início da cognição e o final é a síntese mais integradora e totalizadora. As possibilidades de análise e de particularizar estão de início marcadas e relacionadas à síntese. Particularidade é diferente de singularidade. As partes não são singulares “per se”, mas em relação aos processos históricos, ou seja, em todos os seus processos de significação são constituídas pelo espaço e tempo. Os processos sem história seria uma invenção da Física, que transforma singularidades em generalidades universais, isto é, totalidades genéricas. Na síntese e análise conjugadamente, o movimento da síntese não perde as referências genéticas e dinâmicas da origem dos significados, pois a própria formulação da significação faz parte do movimento analítico-sintético da origem e construção dos significados dos fenômenos. Uma parte analiticamente aprofundada re-significa o todo e novas compreensões do todo reorientam as possibilidades analíticas. Essa dimensão orgânica genética do pensamento compõe com outras duas dimensões, a horizontalidade e verticalidade, as dimensões de um modo dialético histórico de construir conhecimentos sobre o mundo (ENGELS, 1979, LEFÈBVRE, 1991).

Horizontalidade e verticalidade também são movimentos, dimensões do pensamento que se conjugam. De certo modo, podemos afirmar que usualmente começamos o estudo de um fenômeno pela horizontalidade. Nas ciências históricas, é na localidade que estão as marcas os registros que atestam o que existiu. Estão sempre espacialmente e temporalmente marcados. O processo de reconstrução histórica por meios dos registros realça a relação de indexalidade e o método indiciário², tão marcante nas ciências históricas (por exemplo, Geologia e História). Essas ciências colocam o problema entre singularidade e generalização. Um objeto visto pelo campo visual (as escalas

² O índice é um modo de relação entre o signo e o seu referente que remete ao contato ou conexão física. O fóssil, a fotografia e o documento são índices: marcas daquilo que realmente existiu. Exerce uma função de atestação. Em relação ao retrato, a fotografia de uma pessoa é sempre a fotografia dela e não de outra pessoa (DUBOIS, 2000).

podem ser as mais variadas desde um fóssil até uma imagem de satélite etc.) percebe-se, configura-se pela observação simultaneamente de um todo complexo e suas partes. Elas formulam tendências, sínteses generalizantes dos elementos essenciais desse contexto como um todo complexo sem perder as particularidades e singularidades do referente de origem tanto espacial como temporal. Tarefa essa quase impossível pelo poder do enunciado e conceito como discutido anteriormente. Talvez pela compreensão de que as generalizações pertencem à verticalidade e as particularidades à horizontalidade e caminham conjugadamente com a análise que descontextualiza e a síntese que contextualiza, possamos diminuir esse fosso entre o mundo dos fenômenos e o mundo das representações dos fenômenos. Simplificadamente pode-se dizer que a horizontalidade é marcada pela percepção e síntese (imagem), e a verticalidade pela racionalidade e análise (enunciado). Segundo Vickers (1979) e Arnheim (1980, 1987), um modo seria mais imagético e outro mais verbal, em outras palavras, o modo humano de ver e formular interpretações sobre o mundo conjuga e não dissocia visual e verbal. Na conjugação dessas duas dimensões temos o pensamento visual, ou seja, há um “continuum” entre a percepção e o pensamento (ARNHEIM, 1987). Não há percepção sem os filtros dos conhecimentos colaterais existentes no olhar, esse olhar que podemos chamar de expiar, isto é, olhar com malícia com os conhecimentos existentes sobre o fenômeno ou o objeto de estudo e não há pensamento isento de quaisquer percepções ao longo da gênese de um conceito. Isso é corroborado por Hanson (1958) que nos diz que nas Ciências as descrições da observação estão impregnadas de teoria e que estas descrições e suas interpretações já são orientadas por algum conceito ou esquema teórico prévio, ou seja, os conceitos empíricos e os teóricos não podem ser separados radicalmente. Duit (1994) também confirma isso nos dizendo o quão as ideias prévias dos alunos influenciam fortemente as percepções e conceitos formulados nas mediações entre professor e alunos nas abordagens construtivistas.

Com esses movimentos da percepção e pensamento, estamos exercitando as articulações entre a função indicial (ver nota 2) e simbólica dos signos (PINO, 1991). Para esse autor, a primeira função supõe a presença do objeto que o signo linguístico redobra; a segunda implica sua ausência, tornando-se presente por meio do signo, seu representante (no sentido de estar no lugar de). A primeira visa o objeto na sua individualidade (a casa significa esta casa e não outra); a segunda visa o objeto na sua generalidade (esta casa é uma casa entre outras). Ambas as funções têm a ver com os processos de contextualização/descontextualização. A contextualização confere aos significados das palavras uma significação concreta e particularizada. A descontextualização, ao contrário, torna os significados representantes abstratos de totalidades genéricas. A função indicial é marcada por noções causais que implicam relações sensoriais e realce da percepção, já a função simbólica é marcada pela categorização dos fatos que implicam relações de convencionalidade e realce da abstração. A conjugação dessas duas funções, se for marcada pela análise e ocultamento da síntese, perde da percepção a qualidade do sincrético, uma certa totalidade sem o domínio do racional, e perde do pensamento a qualidade da totalidade, que é a própria síntese com a integração das partes e todo, do fenômeno e sua essência e da origem histórica de cada significação.

No campo da educação, Wertsch (1985) afirma que o alcance de formas complexas, mediadas de conhecimento e de cognição ocorre de modo contínuo/descontínuo, que

podem ser interpretadas como uma crescente descontextualização de significações e/ou uma crescente independência dos significados em relação ao contexto espaço-temporal em que estes foram construídos. Nos seus escritos passa uma ideia de que esse seria o caminho para as cognições mais complexas e não há nenhuma crítica à essa visão teológica. Nas entrelinhas, essa visão tem reforçado o reino das generalizações pelas definições, pelas classificações e pelas fórmulas. Ao discutir o esquecimento do visual no ensino de ciências, faço minhas críticas às generalizações e não às representações. Se as generalizações são construções humanas laboriosamente estruturadas e carregadas de ideologia e poder, então, o verbal teria esse poder sobre o visual ou é uma construção social e histórica? Cognitivamente haveria esse poder? Acredito que as ciências de contexto e históricas da natureza e das humanidades podem nos ajudar nessa tarefa de mostrar que, justamente, as cognições mais complexas, pelo menos uma boa parte delas não deveriam perder suas relações de contexto espaço-temporal de origem e nem adquirir essa ideia de explicação única. Tentarei mostrar que alguns dos fatores do apagamento da imagem, espaço e contexto estão relacionados ao poder das generalizações que, em uma escola mais hegemônica, tem se transformado em gênero discursivo escolar pouco aberto, poroso e flexível.

A visão anterior dos dois autores é muito marcada pelas ciências não históricas. Como estou discutindo, nas ciências históricas a generalização é diferente nas não históricas, nas quais os conhecimentos universais perdem de vista o contexto (espaço/tempo) e o referente que originou a generalização, ou seja, os significados são representantes de totalidades genéricas. Naquelas as generalizações nunca perdem o contexto de referência mesmo com uma maior abstração dessas tendências históricas, elas são generalizações da periodização histórica e síntese espacial. As singularidades que são os referentes situados não são perdidas nas generalizações históricas. Essa maior abstração que não tem as características de descontextualização apontadas por Pino e Wertsch são contextualizações sintéticas, ou seja, históricas. Em minha opinião começamos por contextos e não os perdemos de vista nas generalizações mais complexas. Os primeiros contextos com a conjugação das horizontalidades, nas quais as singularidades são mais marcadas pela percepção e realce da espacialidade, e das verticalidades, marcadas pela abstração e realce do tempo, vão pela dialética constituindo-se em história. Uma epistemologia dialética da Geologia como ciência histórica da natureza apresenta base para sustentar essa afirmativa (POTAPOVA, 1968)³. Esse artigo tem a intenção de trazer à tona e apresentar exemplos convincentes para a discussão posta. Porém, usualmente nas escolas ficamos com as marcas finais: os fatos históricos, que seriam equivalentes às definições, classificações e fórmulas nas outras ciências. Ou seja, nos fascinam os produtos e não os processos, por mais que todos nós saibamos que eles são inseparáveis. Isso não tem sido uma

³ A Geologia pode muito contribuir com sua epistemologia e prática científica para o ensino de ciências na escola básica, uma vez que, diferentemente, da lógica da causa para o efeito, muito característica das ciências físicas e químicas apresenta uma lógica do efeito para a causa, típica de ciências históricas. Seu conceito de experiência é calcado na observação de contextos, na qualidade das observações e interpretações de formas fixadas de produtos de processos passados, codificando-as, espaço-temporalmente, para desvendar da história da Terra (Compiani, 1990). Ponto de vista corroborado também por Frodeman (2001, p. 44): a Geologia apresenta “um método que é mais deliberativo [inventivo - abduutivo] do que simplesmente de cálculo, mais interpretativo do que puramente factual, e mais histórico do que experimental”.

construção histórica? Será que as tecnologias e a arquitetura informacional do mundo digital nos ajudarão nessa tarefa da possibilidade de estarem mais presentes os processos com seus produtos e todas as partes complexas envolvidas em construções de sentidos e significados de objetos e fenômenos, mas mantendo as marcas espaço-temporais (geo-referenciadas), culturais e políticas de referência de origem?

Para mim, parte das respostas estaria no aprofundar um pouco mais a relação entre o ideal analítico e o papel da síntese. No meu modo de ver, análise, generalização e descontextualização andam juntas e em diferenciação unitária conjugada com síntese, unidade reconstruída (totalidade) e contexto. São quase opostos quando tomados separadamente, mas indissociáveis para os seres humanos em suas interpretações sobre o mundo. Então, segundo Vickers (1979) e Arnheim (1987), são dois modos de pensar indissociáveis: o primeiro (lógico) envolve a abstração e a manipulação de elementos, sem considerar as formas às quais estão combinados; o segundo (perceptivo) envolve o reconhecimento ou a criação de formas, sem considerar os elementos que as compõem. Para os dois autores, a análise serve para abstrair do contexto individual suas características de elemento e evento, buscando a generalização para propiciar a classificação; a síntese, porém, fornece a estrutura global de uma situação e determina a posição de cada elemento internamente ao global. Para esses autores, a análise envolve mais raciocínio lógico, cálculo e descrição explícita; e a síntese envolve reconhecimento de padrão, do contexto, das relações entre componente singular e outros aspectos da organização perceptiva e das múltiplas possibilidades de relações espaciais entre figura e fundo e forma e objeto. O valor da imagem está aqui claramente defendido. Mas vou aprofundar um pouco mais apresentando de um lado o ideal analítico e de outro a síntese.

Esclarecendo as ideias, vou colocar lado a lado aspectos diferenciados dessas duas concepções. Assim, a análise fragmenta e aprofunda os detalhes dos elementos e fenômenos, isola para singularizar e descontextualizar almejando a universalização do conhecimento pela explicação dos fenômenos no sentido do realismo, como se fosse possível captar realisticamente as coisas e transformá-las em entidades específicas ou gerais, mas ambas generalizantes, que por essa condição de totalidade genérica os referentes espaço temporais deixam de ser importantes, ou seja, os aspectos históricos perdem importância. Muitos acreditam que os aspectos contextuais também devam ser desconsiderados, uma vez que sendo ainda forte o princípio da neutralidade, seria possível a objetivação dos dados e rejeição da subjetividade do pesquisador. Por outro lado, a síntese diferencia e particulariza para relacionar e contextualizar almejando sínteses que vão constituindo totalidades e tendências históricas pela compreensão dos fenômenos no sentido do construtivismo, aceitando que o conhecimento é uma produção sócio-histórica. Não existe a pretensão de generalizações fechadas em si, a ideia é que os fenômenos são dialeticamente construídos em unidades reconstruídas, uma certa parte de uma totalidade é significada, ela atua nas constituições de outras partes interligadas que formam unidades potenciais à uma maior síntese, que por sua vez interfere nas seguintes interpretações.

Na análise, o olhar para o fenômeno parte do particular para o geral uma vez que os procedimentos científicos e metodológicos orientados pela explicação partem no sentido de pelo particular “verificar” o modelo geral e universal. Na síntese, o olhar para o fenômeno parte do geral para o particular no sentido de que é a síntese que

comanda as interpretações das partes, um olhar sintético vai orientar que partes e relações serão investigadas pela indução e métodos históricos comparativos. Em outras palavras, de situações concretas e empíricas chega-se à construção de visões gerais e sintéticas, por isso esse método aparenta ser do particular para o geral pelo forte papel da indução, que pelo profundo conhecimento das alteridades e particularidades “constroem-se” as tendências gerais e as sínteses históricas. Esse meu raciocínio fundamentou-se na observação do fenômeno, deslocando-o para o processo de construção dos conceitos vamos ter a análise caminhando do geral (modelos) para a parte (hipótese) pelos testes dedutivos e a síntese caminhando da parte para o geral pela indução, principalmente, nas formulações das generalizações.

Nesse artigo de caráter teórico, a partir do olhar de um geólogo, vou continuar essas discussões com os conhecimentos escolares. Vou utilizar e discutir a partir dos dados de dois projetos escolares, um com característica disciplinar e outro interdisciplinar, que é o projeto “Ribeirão Anhumas na Escola” (mais informações sobre o projeto ver: <<http://ead.ige.unicamp.br/anhumas/>> e COMPIANI, 2013, 2015), no qual as diferentes disciplinas formais (Matemática, Português e Artes) existentes na escola primária brasileira (II ciclo) foram de alguma forma envolvidas com “um certo modo” geocientífico de observar, ler e explicar o local e ambiente. O disciplinar é um projeto da disciplina de Geografia também no II ciclo do ensino fundamental, no qual já existe uma interação entre Geografia e Geologia. Em relação à esses projetos, há um trabalho que discute o papel do contexto e das imagens nos trabalhos de campo (COMPIANI, 2011).

O equilíbrio do pêndulo: da causalidade e generalização para o contexto e história

No tocante ao ensino de ciências e que acreditamos possa ser extrapolado para a escola básica em geral, precisamos modificar o equilíbrio do pêndulo dos fundamentos e processos principais que geram os conhecimentos escolares: das causalidades e generalizações para contexto e história. Em outras palavras, que o pêndulo fique em equilíbrio com os conflitos teóricos e práticos entre os dois sentidos do pêndulo tão necessários para novos conhecimentos sobre educação e ensino.

Um dos problemas do laboratório ou práticas no ensino de ciências e da sala de aula é o primado de um modo de representação, que se configura como um modelo de mundo fechado em si mesmo, que busca enquadrar as cognições dos alunos dentro do próprio modelo, que é altamente abstrato com o predomínio das generalizações a partir da causalidade dos processos desconsiderando o contexto histórico-espacial dos fenômenos. Essas práticas e suas representações configuram-se como simuladas e ideais por meio de experimentos cruciais adequados e não questionadores do modelo. Mais do que um modelo generalista e descontextualizado, há o predomínio de uma lógica de conhecimento em que o contexto com o singular e o específico são desconsiderados a favor de certas definições generalistas que buscam funcionar quase que como leis universais.

Em contraposição, no campo, a natureza é toda iluminada, arejada e permeável aos diferentes sentidos; no rural, o silêncio, pássaros e borboletas, flores e cheiros; nas

idades, o barulho do trânsito, cheiros dos postos de gasolina, luzes e neon, que 'perturbariam' a concentração intelectual, na verdade se incorporam num conjunto de percepções e pensamentos para a aprendizagem. Essas materialidades e não materialidades entram em conflito com o pensamento por meio de uma fricção que gera faíscas cognitivas, criando imagens e sentidos, iluminando a própria vida-mundo do leitor do lugar-ambiente.

No ensino de ciências, há certo casamento de interesses comuns entre a visão do ensino que enfatiza os modelos e generalizações com o discurso escolar com predomínio das classificações e definições. A descontextualização é associada a uma forte cultura hipotético-dedutiva que valoriza os modelos e as fórmulas criando um tipo de abstração e de matematização do mundo. Isso somado ao ideal analítico de fazer ciência gera uma racionalidade de associação e memorização e perda dos nexos contextuais e interpretativos ou dos processos criativos, inventivos e abduativos (processos cognitivos que originam hipóteses) que geram os conhecimentos sobre o mundo. O ideal analítico ao ter a assunção de que o todo é melhor compreendido pelo estudo dos componentes das partes, favorece a fragmentação e especialização e a crença na possibilidade de um método universal da ciência, marcadamente indutivista do empírico ao teórico. Em livro recente, Hodson (2008) discute o poder de permanência desses mitos de que a ciência se inicia pela observação, de que esta permite um confiável acesso a um verdadeiro conhecimento do mundo e de que os procedimentos da ciências são indutivos. Para o ensino, há outro aspecto que não vejo sendo discutido e para mim é bastante relevante. Uma compreensão simplista tanto do ideal analítico quanto do construtivismo gerou um ensino indutivista, no qual devemos começar a ensinar pelas partes mais simples e ir no sentido do complexo, em outras palavras, começa-se com a fragmentação em partes de uma certa totalidade, partindo das percepções empíricas, separando, classificando, conceituando, descrevendo e generalizando até as abstrações mais teóricas. Isso gerou um apagamento da possibilidade do começo por um certo complexo incerto ou de um contexto demarcado por pré-sínteses de um todo ou por visões gerais do todo ou do que o nosso campo visual vê como paisagem. Nesse caso imagem, espaço e contexto são o começo e não o verbal por meio de definições, hipóteses ou fórmulas deduzidas de modelos que visam justificar o próprio modelo, ou seja, uma conceituação fechada em si e com pretensões de perenidade. Com isso, aos poucos vão sendo disseminados os valores de um mundo composto de atomismo, de partes individuais e, provavelmente, de atitudes individuais. Paradoxalmente, como as partes estão de antemão configuradas e demarcadas pelos modelos ou definições, nós temos um mundo que não permite encontrar as extremidades abertas ou as sínteses em aberto. Ou, como nos diz Massey (2009), apresentamos aos nossos alunos um mundo histórico-político-social que nada tem a ver com as próprias desarticulações internas ou as pré-sínteses em aberto, que deveriam estar sendo ensinadas aos nossos alunos ao invés de usualmente uma apresentação clara e organizada dos conteúdos, com demonstrações que só confirmam esse conhecimento sistematizado e generalizado. Com essa passagem quero enfatizar o quanto é relevante a escola estar habitada por diferentes conhecimentos e suas epistemologias com seus limites e polissemias.

O campo visual e a percepção exercitam mais a imaginação, as imagens e uma lógica, na qual, entre outros campos do saber, a Gestalt nos auxilia na integração da análise

com a síntese, bem como, provavelmente, aumenta nossas condições cognitivas de lidar com as simultaneidades temporais e espaciais colocadas hoje pelo mundo da hipermídia. O campo visual, ao nos colocar frente a simultaneidade de um todo complexo (dependente das diferentes escalas), e as ciências históricas, por exercitarem o desenvolvimento da busca das particularidades e singularidades que podem se tornar representantes generalizantes sem perder as relações com o referente de origem tanto espacial como temporal, nos propiciam essa síntese e análise conjugadas, uma vez que essa busca é uma tarefa de síntese na mente e percepção do autor na tentativa de formular uma representação “tipo” como uma mostra representativa de objetos, fenômenos, coisas etc. (volto nisso ao discutir as figuras a seguir). Essa amostragem tipo não é baseada na lógica da compreensão máxima do fragmento com a ilusão de que a partir da soma delas se conhecerá a totalidade, mas ao contrário, a totalidade é inalcançável logicamente, com possíveis aproximações que nunca podem perder de vista, do início até cognições mais complexas, a síntese e suas partes e relações. O estudo analítico das partes é decidido em relação à uma síntese escolhida entre as diferentes possibilidades escalares que o problema de pesquisa em desenvolvimento nos coloca a enfrentar. A síntese comanda a análise e não ao contrário. Quero modificar esse poder do ideal analítico que dirige a prática escolar indutiva das partes para o todo ou mesmo de uma visão dedutiva simplista do todo para as partes, em que os modelos são apenas reafirmados por testes exemplares. O que me interessa neste artigo é marcar a ideia de que essa síntese é mais relacionada ao contexto espaço-temporal de um possível todo e a análise aos raciocínios de causalidade, que focam de início as partes postulando a possibilidade de se chegar ao todo pela soma das partes. Ambas o todo e as partes são constituídas pelo problema de pesquisa e desenvolvem-se dialeticamente uma em relação à outra e ao todo. Nessa dialética, nos interessa marcar o papel da observação qualitativa na síntese (prévia e dirigindo todas as construções de sentidos) e o quanto isso influencia e constitui os passos de significação das relações de um todo com suas partes nas diferentes constituições simbólicas em construção a cada ato cognitivo de explicação de um fenômeno ou objeto do mundo (KOSIK, 1976).

Vamos avançar as discussões recorrendo à figura 1 feita por um dos alunos da professora de Artes. O desenho foi feito após uma atividade de campo realizada no 1º semestre de 2008, onde os alunos foram conhecer a Estação de Tratamento de Água da SANASA (Companhia de Tratamento de Água do Município de Campinas-SP). Os trabalhos de campo compõem um conjunto de atividades com caráter interdisciplinar e de estudos contextualizados do lugar/ambiente no qual os alunos vivem e que faz parte do Projeto Ribeirão Anhumas na Escola.



Figura 1 – Desenho de aluno representando os setores do tratamento d'água da SANASA, realizado na disciplina de Artes

O desenho todo, a história em quadrinhos, busca os elementos representativos singulares e generalizantes de cada setor do tratamento de água da SANASA sem perder de vista no referente visual, a singularidade e os elementos essenciais de cada setor, e no conjunto do tratamento de água, a possibilidade de uma representação generalizante; esta conseguida por meio de uma narrativa com quadrinhos desenhados com algumas legendas. Usualmente, as generalizações são comandadas pela análise e seus enunciados, nesse exemplo, a síntese das representações imagéticas está comandando as cognições (elaboração, escolha das partes mais significativas e uso das diferentes linguagens) e o conhecimento (narrativa sobre o tratamento da água). As imagens são determinantes para a compreensão da narrativa. O conjunto viso-verbal representa cada setor e o tratamento de água da SANASA. Por outro lado, a narrativa toda (sequência de quadrinhos) se constitui num conjunto de generalizantes singulares de cada setor com o tempo sucessivo cronológico orientando parte por parte para uma noção do conjunto de setores visitados. Nesse desenho, há uma inversão do uso corriqueiro do verbal: o enunciado é utilizado como legenda e com um sentido de contextualizar especificando e particularizando os significados ao invés de descontextualizar e generalizar. “Tanques” que junto com a imagem designam separação (a imagem é decisiva para a compreensão), “bomba”, “tanques para limpar”, tanque que junto com o desenho designam processos de concentração da poluição (também, neste caso a imagem é determinante para a compreensão), “tanques limpos”, “filtros” (imagem decisiva) e “água pronta para beber”. Porém, os enunciados aqui têm antes mais o papel de indicar e de caracterizar diferenças entre os tanques do que de generalização, ou seja, aqui eles são utilizados muito mais como indicativos de particularidades do contexto. Esse é um exemplo de modificação do uso

das linguagens, já que o uso corriqueiro dos enunciados com a função generalizante e das imagens mais indicadoras de singularidades foi invertido. O uso integrado e diferenciado dessas linguagens é mais rico e complexo.

Com o apoio de Martínez García (2004), posso dizer que em cada quadrinho predomina a forma/espço e na sequência dos quadrinhos a narrativa e o tempo. É a função simbólica que em cada momento de uma representação decide o que é espaço ou forma, ou seja, o que é contexto e o que é objeto. Espaço e objeto são diferentes, mas interdependentes na compreensão da significação da representação. Se os desenhos são mais complexos o espaço se torna mais contextual podendo se estruturar como uma narratividade. É o que acontece com a figura 1. Cada quadrinho representa objetos, formas fechadas em si com significados (por exemplo, bomba) e também a relação forma e fundo (gestalt) nos orienta para a compreensão do continente em que a forma se encontra, por outro lado, a sequência de todos esses objetos com seus sentidos cria em nós a noção espacial ou contexto de cada dessas partes no conjunto simbólico do tratamento de água. No espaço contextual há sempre uma significação temporal que adquire narratividade. Nessa figura, a significação não pode prescindir das relações de referencialidade espacial e por tratar-se de processo (tratamento de água) da referencialidade temporal. O seu papel de generalização, ou seja, capacidade de maior descontextualização, não acontece distanciando-se dos referenciais espaciais e temporais do contexto de origem da significação. Por exemplo, sem os desenhos da bomba ou dos filtros, que buscam se aproximar figurativamente do original, a compreensão do tratamento de água seria quase incompreensível. O desenho como um todo apresenta uma narrativa espacializada do tratamento, esses espaços configurados por cada quadrinho são compostos por forma/objetos e legendas que particularizam e mantêm os referentes de contexto. As formas/objetos integram-se com o espaço e estes constituem o contexto espaço temporal narrado do tratamento de água. Em suma, é uma figura sintética e generalizante do tratamento de água que não perde os referentes de contexto. Neste caso, os enunciados utilizados são secundários. A linguagem visual na forma de história em quadrinhos foi decisiva para uma maior e complexa significação dos diferentes pontos vistos na visita de campo na SANASA.

Nossa hipótese é que o roteiro de campo e atividades decorrentes aguçam o pensamento visual para perceber os elementos essenciais, os traços, as formas mais representativas de um campo visual (Gestalt - Arnheim), que geram representações como as da figura 1, onde o autor (aluno) sem perder a síntese do local visitado conjuga, articula objetos e contextos narrativos que nos informam sobre o tratamento de água. Nesse caso, a possibilidade de maior abstração e generalização não se dá pela descontextualização e distanciamento dos referentes espaço-temporais, como sugere Wertsch. A compreensão da estória do tratamento da água se dá pelo uso contextualizado das imagens e dos processos temporais, pois para a generalização ser compreendida não se perdem os referentes espaço-temporais singulares e históricos.

O exemplo anterior foi marcado pela interdisciplinaridade, o próximo é parte de uma experiência disciplinar, ocorrida em outra microbacia a do Ribeirão Cambuí/Putim na cidade de São José dos Campos. A experiência ocorreu em 2008 no 8º ano do ensino fundamental na disciplina de Geografia. A microbacia foi objeto de estudo em sala de aula e de um posterior trabalho de campo. Para os meus propósitos desse artigo, interessa-me discutir duas questões de uma avaliação: “2- Explique e desenhe o que é

impermeabilização do solo” e a “3 - Explique e desenhe o que é assoreamento da calha de um rio”.

As perguntas enfatizam as definições por meio da usual questão “o que é?”, havendo uma novidade que foi incluir a solicitação de desenhos. A pergunta solicita a definição, a generalização de um conceito, porém, como vou mostrar, a possibilidade de desenhar trouxe novidades interessantes nas compreensões dos alunos e em suas conceituações.

No primeiro exemplo da figura 2, a aluna escreveu as seguintes respostas: “2- Impermeabilização do solo é quando ele ‘rejeita’ as construções feitas, causando impactos inesperados. Por exemplo constroem casas, apartamentos em locais proibidos, o solo rejeita e causa impacto” e “3- Assoreamento é quando chove, a terra que está exposta nas ruas cai nos esgotos e acaba entupindo. Só que a prefeitura não pensa, porque eles mandam tirar [o entulho], mas colocam ao lado [do rio]. Nisso cai tudo de novo. É como se fosse um ciclo”.



Figura 2 – Desenho de aluna respondendo as perguntas 2 - o que é impermeabilização de solo? e 3 - o que é assoreamento da calha de um rio?

A resposta escrita não foi a usual buscando uma definição geral sobre o fenômeno. A característica principal das respostas escritas é apontar que os fenômenos de impermeabilização e assoreamento são consequências da atuação humana. Além disso, há um tom de crítica na resposta da aluna que demonstra posição em relação às edificações que aumentam a impermeabilização e o papel da prefeitura em não fiscalizar e pelo contrário contribuir com as causas do problema do assoreamento. A linguagem verbal foi mais adequada para esse discurso mais crítico e a visual serviu para apoiar a crítica e introduzir especificidades mais contextuais e narrativas.

O desenho é generalista não nos diz a respeito de um lugar ou um córrego específico. A grande maioria dos alunos fez desenhos com essa característica de intenção também pelo desenho de uma definição. Isso não é de se estranhar já que a pergunta solicitava 'o que é'. Essa pergunta, na escola, tem significado a resposta da definição de alguma coisa. Porém, mesmo a resposta sendo generalista, ela se assemelha a outras que representam alguma narrativa, geralmente com duas partes: o efeito, que é o fenômeno a ser descrito, e a causa, que é a busca de fatores que expliquem o fenômeno. O desenho foi feito em duas partes e cada uma contém diferentes formas/objetos que compõem a significação de cada parte com o seu contexto, isto é, formas e objetos relacionados num espaço. No entanto, cada parte é necessária para a compreensão do todo ou a composição narrativa. A resposta 2, vai da causa para o efeito, das árvores, flor, provável solo e rio com calha mais profunda, isto é, essas formas/objetos são desenhadas formando o contexto de uma vertente com vegetação; abaixo na outra parte do desenho, temos as construções humanas, o desaparecimento da vegetação e do provável solo e a calha do rio mais rasa provocadora de prováveis inundações, tudo isso indicando uma vertente ocupada pelo homem e modificando o leito do rio. Com os dois desenhos infere-se que as construções humanas são as causadoras da impermeabilização. Na resposta 3, temos uma vertente sem vegetação e areia exposta e um cano de esgoto, essas formas/objetos compõem o contexto de vertente propícia e causadora do assoreamento, efeito, desenhado no segundo desenho, com a areia descendo para o leito do rio com a contribuição do esgoto, formando o contexto de um leito assoreado. Ambas as respostas são compostas por dois desenhos um de causa e outro de efeito que são narrativas para expor o fenômeno solicitado.

O desenho apresenta muito detalhe e foi feito em perfil, que é a perspectiva horizontal da observação. Foi uma boa solução por parte da aluna para mostrar o 'conceito' de vertente com drenagem, acentuando o papel da inclinação e da feição do relevo como importantes para a compreensão da inundação e do assoreamento de um rio. Essas são possibilidades específicas que o desenho de uma representação propicia e potencializa na formulação de um conceito que envolve espacialidade (vertente) e temporalidade (impermeabilização e assoreamento), no qual o desenho tem função importante na própria conceituação e compreensão. As perguntas 2 e 3, por se referirem a conceitos que tratam de processos, possibilitaram o uso de desenhos na forma de narrativas por meio de quadrinhos cronológicos, usados para indicar temporalidade da causa e efeito dos processos. A escolha do perfil como base dos desenhos de muitos alunos teve influência do professor que desenhou uma definição genérica de vertente na lousa. É de se ressaltar que a utilização do perfil na construção de narrativas de causa-efeito com esses fenômenos (impermeabilização e assoreamento) foi um ato criativo dos alunos, possíveis pelas mediações do professor.

No segundo exemplo da figura 3, o aluno escreveu as seguintes respostas: "2- É quando chove e a água da chuva não penetra (absorvida) no solo, assim a água escorre para a parte que é descida, assim causa as vezes enchentes – por causa dos asfaltos" e "3- É quando chove muito, desaba as terra, assim caindo nos rios".



Figura 3 – Desenho de aluno respondendo as perguntas 2 o que é impermeabilização de solo? e 3 o que é assoreamento da calha de um rio?

As respostas escritas são os enunciados esperados usuais nas escolas próximos de uma definição que pretende generalizar o conceito para todos os casos de impermeabilização de solos e de assoreamento de rio.

Esse desenho é um ótimo exemplo de como a imagem possibilita que aspectos contextuais específicos sejam conceituados, mesmo com a pretensão de generalização. O desenho representa a contextualização do conceito especificando, particularizando, mostrando a singularidade da impermeabilização no córrego Cambuí-Putim. Há o uso da linguagem cartográfica com a legenda, ou seja, pode-se dizer que o aluno fez um croqui de um mapa (representação vertical representando uma área) da região de sua escola. É interessante como o aluno fez uma representação na forma de croqui em duas escalas de tempo e espaço conjugados transformando-o também em uma narrativa, pois podemos observar o fenômeno da impermeabilização pelo asfalto provocando erosão e assoreamento, acompanhando pela trilha da chuva seu percurso nas ruas em direção ao Ribeirão. No croqui e legenda, podemos inferir que a Igreja está na região mais alta e as águas descem pela via principal em direção à escola e córrego. O desenho é mais completo ainda uma vez que o aluno utilizou a noção de escala para mostrar o detalhe da erosão provocadora do assoreamento, para responder a terceira pergunta. Na escala de detalhe, pelo desenho e legenda, o aluno nos informa de terras desabando no rio/córrego Putim sujando o rio, e das águas do córrego poluídas. O desenho é um contexto narrativo em que os objetos distribuídos na espacialidade que pretende representar o bairro da escola sofrem fenômenos com causas e efeitos bem definidos ao longo do tempo. O desenho é muito rico, não perdendo o seu poder de generalização, ao mesmo tempo, que singulariza os fenômenos solicitados na pergunta.

Os desenhos são mais sintéticos e possibilitam uma riqueza de relações entre as partes e o todo, possibilitando tanto a compreensão desse todo pelo uso e representação de diferentes escalas, quanto a compreensão das relações pela escolha de partes específicas e seus detalhes desenhados. Eles possibilitam uma representação conjugada

de tempo e espaço criando narrativas que, com uma articulação com o verbal, aumentam as condições de compreensão mais complexas de fenômenos e objetos.

Martínez García discute que é com a função simbólica que, em cada momento de uma representação imagética, se decide o que é espaço ou forma, isto é, o que é contexto e o que é objeto. Pode-se notar que as diferentes possibilidades de utilização de forma/objeto e espaço/contexto para elaboração simbólica foram mais específicas na figura 3, por exemplo, dando-nos a noção contextualizada de impermeabilização ao lado da escola no rio Putim. Isso foi possível com a utilização de aspectos mais indiciais, singulares e contextuais, ou seja, o aluno buscou de modo figurativo desenhar o que ocorre em sua escola quando chove. O sentido de contexto foi tão forte que o aluno também desenhou em detalhe os desabamentos e águas poluídas na explicação do assoreamento. Já o desenho da figura 2 é mais generalista com o uso da imagem mais formal de perfil de uma vertente conjugado com a temporalidade dos quadrinhos e a espacialidade figurativa de formas/objetos elaborando uma narrativa da causa e efeito dos fenômenos solicitados. Essas características mais diversas do uso geométrico, topológico de objetos em suas relações espaciais comondo com formas que indicam temporalidades e o uso da linguagem escrita nos dão as mais diversas possibilidades do uso de formas/objetos em contextos explicativos e simbólicos. As possibilidades de sentidos, significações gerando uma maior riqueza de linguagens, do uso da percepção e de conceituações, são limitantes quando se usa o verbal nas escolas.

Palavras finais

Acredito que foram apresentados argumentos que colocam em discussão a hegemonia de uma forte tradição da descontextualização e de conhecimentos generalistas nas escolas. Penso que a discussão teórica feita e baseada em dados empíricos de projetos desenvolvidos na escola pública de ensino fundamental II podem criar um movimento contra-hegemônico. Um ensino mais regionalizado com uma pedagogia crítica do lugar a partir de um ensino-aprendizagem contextualizado no lugar da escola e onde vivem os alunos, desenvolve condições para um currículo que valorize o local com sua cultura, história e geografia.

Foram feitas discussões de uma outra pedagogia que pretende modificar o uso corriqueiro dos conceitos científicos como definições e generalizações, ou seja, mais abstratos e gerais que, por isso necessitam de exemplificações/aplicações no mundo cotidiano para se tornarem mais contextualizados. Também corriqueiro é o caminho do cotidiano para o científico, que no ensino de ciências é marcadamente indutivo no sentido da filosofia das ciências físicas e não no sentido dos estudos de contexto/história das humanidades e geociências, como discuti nesse artigo. Naquele, o aluno aprende a partir da parte para a generalização: ele olha, manipula, observa, compara, raciocina e conclui, isto é, as generalizações são elaboradas sempre a partir de casos singulares e que, de parte em parte, torna cognoscível um certo todo. Neste, o aluno aprende de um todo contextualizado para as partes com ênfase na interpretação analítica para retornar ao todo formulando generalizações e tendências gerais sem perder os referenciais espaço-temporais do contexto. Neste, nas experiências do projeto, estamos discutindo a abordagem das escalas e suas dimensões, o método indiciário e o papel da formulação de hipóteses sem detrimento da indução e dedução.

Nos estudos de contexto e lugar/ambiente muitos desses conceitos científicos são de caráter mais específico, singular e históricos, além da novidade de que ainda não foram "inventados pelas ciências", o que faz com que sejam um conhecimento de primeira mão, diferente daqueles corriqueiros de segunda mão, que são generalizações abstratas transformadas em modelos para aplicação nas escolas. Muitos deles serão inventados pela própria escola, o caminho ascendente para o conhecimento científico é construído e com características próprias de conhecimento científico escolar: projeto-processo e produto podem ser construídos e ensinados juntos. Transforma-se em parte a separação dos intelectuais que produzem o conhecimento com aqueles que transmitem o conhecimento. A transposição didática é questionada. Ora, o construtivismo aí é fundamental para o ensino e para a compreensão dos problemas locais visando a tão almejada participação dos alunos na resolução dos problemas. Aproxima-se o lado político da formação com o lado cognitivo. Há muito que contribuir sobre isso e os resultados do projeto são passos iniciais com a qualidade de compartilhamento entre a academia e professores da rede. Voltar-se para o cotidiano dos alunos e mesmo dos professores que vivem nas comunidades ao redor das escolas, voltar-se para a espacialidade e temporalidade do contexto real, pressupõe relações escalares com esse contexto, com a situação social e com os interlocutores, alunos, professores e membros de comunidades (escolar, bairro etc.). A conjugação dessa abordagem escalar com os processos de elaborações de conhecimentos que são contínuos e descontínuos entre contextualização e descontextualização, síntese e análise geram elaborações mais generalizantes e histórico-espaciais. Acredito que esses níveis escalares de abordagem do fenômeno educativo, social e ambiental, foco dos projetos poderá ser uma das contribuições para as teorias educacionais. Essas relações escalares devem ser vistas como parte de uma abordagem dialética do olhar e do lugar, ao auxiliar em diferentes níveis, camadas, horizontalidades e verticalidades, o conjugar e o entrecruzar de particularidades e categorizações mais gerais por meio de imagens e contextos no sentido de compreensões mais sintéticas e históricas.

Uma pedagogia da singularidade/particularidade conectada, relacionada com o lugar da escola, abre possibilidades de compreensões de generalizações históricas e espaciais sem se perder de vista os referentes de origem, bem como as relações da parte com o todo. Aliás, com possibilidades de novas linguagens e sentidos antes nunca construídos, uma vez que, com o mundo digital e virtual, os conhecimentos além de situados-georeferenciados transformam-se em novas formas viso-verbais e verbo-visuais como o hipertexto, a cartografia informacional e a arquitetura informacional. Criam-se possibilidades de entrelaçamentos, articulações entre o mundo real situado e o mundo virtual conceitual (espaço e temporalmente criados pelo homem). As possibilidades de um todo complexo e simbólico e suas interconexões e dimensões com as partes estão colocadas sem a tirania das representações generalizantes (que se tornam totalidades genéricas universais), mas como arquitetura informacional em movimento de sentidos entre parte/todo, singular/geral, histórico/generalizável. Olhar, imagem, contexto, lugar, espaço e tempo emponderam-se de suas qualidades interpretativas na e para uma escola criativa, pulsante e viva, que ativamente contribui com sua parcela para uma sociedade mais democrática.

Referências

AMADOR, F.; CARNEIRO, M. H. O papel das imagens nos manuais escolares de ciências naturais do ensino básico: uma análise do conceito de evolução. **Revista de Educação**, v. 8, n. 2, p. 119-129, 1999.

ARNHEIM, R. **Arte e percepção visual** - uma psicologia da visão criadora. São Paulo: 2ª ed, Pioneira e EDUSP, 1980.

_____. **Intuizione e intelletto**. Milano: Feltrinelli Ed, 1987.

BELMIRO, C., A. A imagem e suas formas de visualidade nos livros didáticos de Português. **Educação & Sociedade**, ano XXI, n. 72, 2000.

BRUSI, D. Reflexiones en torno a la didactica de las salidas de campo en Geologia: aspectos metodológicos. In: **SIMP. ENS. GEOLOGIA**, 7, 1992. Memorias, Compostela, 1992, p. 391-407.

CARNEIRO, M. H. S. As imagens no livro didático. In: ENCONTRO DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia, 1997, p. 366-373.

COMPIANI, M. Geologia pra que te quero no ensino de Geologia/Geociências no Ensino Fundamental. **Educação & Sociedade**, Campinas, n. 36, p. 100-117, 1990.

_____. La dimension horizontal y vertical del lugar, en los trabajos prácticos geológicos. **Alambique**, n. 47, p. 38-47, 2006.

_____. Linguagem e percepção visual no ensino de Geociências. **Pro-posições**, v. 17, n. 1, p. 85-104, 2006a.

_____. O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o ensino de ciências e educação ambiental. **Ciência e Educação**, v. 13, p. 29-45, 2007.

_____. As geociências e os trabalhos de campo poderão derrotar o reinado dos enunciados sobre as imagens? **Enseñanza de las ciencias de La Tierra**, v. 19, n. 1, p. 24-36, 2011.

_____. O Desprestígio das Imagens no Ensino de Ciências, Até Quando? Uma contribuição das Geociências com a Gestalt. **ALEXANDRIA Rev. Educação em Ciência e Tecnologia**, v.5, n.1, p.127-154, 2012.

COMPIANI, M. (Org.) **Ribeirão Anhumas na Escola: Projeto de Formação Continuada Elaborando Conhecimentos Escolares Relacionados à Ciência, à Sociedade e ao Ambiente**. Curitiba: Ed. CRV, 2013.

COMPIANI, M (Org.) **Ribeirão Anhumas na Escola: pesquisa colaborativa entre Escola e Universidade gerando conhecimentos contextualizados e interdisciplinares**. Curitiba: Ed. CRV, 2015.

COMPIANI, M.; CARNEIRO, C. D. R. The Didactic Roles Played by Geological Excursions. In: STOW, D. A. V.; McCALL, G. J. H. (Ed.). **Geoscience education and training - in schools and universities, for industry and public awareness**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1996. p. 233-242.

DUBOIS, P. Correio Popular, Campinas, 19 nov. 2000. Caderno Ciência. [entrevista].

DUIT, R. The constructivist view in science education - what it has to offer and what should not be expected from it. In: International Conference "Science and Mathematics for the 21st century: Towards Innovative Approaches". **Proceedings of...** Concepción, Chile, 1994.

ENGELS, F. **A dialética da natureza**. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 3ª ed., 1979.

GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. (Ed.) **Multiple Representations in Chemical Education**. Springer, 2009.

FREITAS, D. S. **Imagens visuais nos livros didáticos de Biologia do ensino médio: o caso do DNA**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação - UNICAMP, 2002.

FRODEMAN, R. Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science. *GSA Bulletin*, 107, 8, p.960-968, 1995.

_____. A epistemologia das Geociências. In: MARQUES, L. e PRAIA, J. (Coord.) **Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário**. Aveiro, Ed. Universidade, 2001, cap. 2, p. 39-57.

HANSON, N. R. *Patterns of discovery*. Londres: Cambridge University Press, 1958.

HAWLEY, D. 'Being there': a short review of field-based teaching and learning. In: The UK Geosciences Fieldwork Symposium, University of Leicester, 1997. **Proceedings of...** Leicester, 1997.

HODSON, D. **Towards scientific literacy – a teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science**. Rotterdam: Sense Publishers, 2008.

KOSIK, D. **Dialética do Concreto**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2ª Ed., 1976.

LEFÈBVRE, H. **The production of space**. Wiley, 1991.

LEMKE, J.L. **Talking science: language, learning and values**. Noorwood, NJ: Ablex Publishing, 1990.

LEVESON, D.J. The Geologist's Vision. *J. Geological Education*, 36, p.306-309, 1988.

MÁRQUEZ, C.; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M. Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. **Enseñanza de las ciencias**, v.21, n.3, p.371–386, 2003.

MARTÍNEZ GARCÍA, L. M. **Arte y símbolo em La infância, um cambio de mirada**. Barcelona: Ediciones Octaedro, 2005.

MARTINS, I. O papel das representações visuais no ensino-aprendizagem de ciências. In: ENCONTRO DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia, 1997, p.374-383.

MARTINS, I. Visual imagery in school science texts. In: GRAESSER, A.; OTERO, J.; DELEON, J. A. (Eds.). **The psychology of scientific text comprehension**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associate Publishers, 2002.

MARTINS, I.(2006). Analisando livros didáticos na perspectiva dos estudos do discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. In: **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, p. 117-136.

MARTINS, I.; OGBORN, J.; KRESS, G.; MCGILLICUDDY, K. Explicações, representações visuais e retórica na sala de aula de ciências. In: Encontro sobre teoria e pesquisa em Ensino de Ciências, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, FE/UFMG, 1997, p.129-138.

MASSEY, D. **Pelo espaço – uma nova política da espacialidade**. Rio de Janeiro: Bertrand, Ed., 2009.

NASCIMENTO, S. S. A linguagem e a investigação em educação científica: uma breve apresentação. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 131-142.

NASCIMENTO, T. G., MARTINS, I. O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. **Investigações em ensino de Ciências**. v 10, n. 2, 2005.

PASCHOALE, C. Alice no país da Geologia e o que ela encontrou lá. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. **Anais...** Rio de Janeiro, SBG, v.5, 1984, p.242-249.

_____. Geologia como Semiótica da Natureza. 1989, 189p. Dissertação (Mestrado em Semiótica) - PUC/SP, São Paulo, 1989.

PERALES, F. J. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, v.24, n.1, p.13-30, 2006.

PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. Las ilustraciones em la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Analisis de libros de texto. **Enseñanza de las ciencias**, v.20, n.3, p.369-386, 2002.

PINO, A. O conceito de mediação semiótica em Vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano. **Cadernos Cedex**, Campinas, n. 24, p. 32-43, 1991.

POTAPOVA, M. S. Geology as an historical science of nature. In: **Interaction of sciences in the study of the Earth**. Moscou: Progress, 1968. p. 117-126.

PROUST, M. **Em busca do tempo perdido**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006, v. 2.

SILVA, F. K. M.; COMPIANI, M. Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, v.24, n.2, p.207–218, 2006.

SILVA, H., C.; ZIMMERMANN, E.; CARNEIRO, M.H.S.; GASTAL, M.L.; CASSIANO, W.S. Cautela ao usar imagens em aulas de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 2, p. 219-233, 2006

SUTTON, C. Beliefs about science and beliefs about language. **Int. J. Sci. Educ.**, v.18, n. 1, p. 1-18, 1996.

VICKERS, G. Rationality and intuition. In: WECHSLER, J. (Ed.) **On aesthetics in Science**. 2ª ed. The Massachusetts Institute of Technology, 1979, p. 143-164.

WERTSCH, J.V. **Cultural, Communication, and Cognition: Vygotskian Perspectives**. Cambridge University Press, 1985.

Submetido em 07/06/2013, aceito para publicação em 04/12/2015.