

A ANALOGIA COMO UM RECURSO ARGUMENTATIVO NO ENSINO DE CIÊNCIAS
Márcio Silveira **Lemgruber** – PPGE-UNESA
Helena Rivelli de **Oliveira** – PPGE-UFJF
Agência Financiadora: CAPES

INTRODUÇÃO

A pedagogia contemporânea, com sua crítica à memorização e à educação bancária, proporcionou uma verdadeira revolução no cenário educacional. Um dos traços mais marcantes das correntes não tradicionais, de John Dewey a Paulo Freire e até mesmo o pensamento pedagógico atual, é o espaço dedicado, na aprendizagem, aos saberes dos alunos (Pimenta & Ghedin, 2007). No lugar de uma educação centrada predominantemente na narração, onde o conhecimento é depositado nos estudantes pelo professor, observa-se a necessidade do diálogo com o saber do aluno (Moreira & Candau, 2003). Nesse contexto, as analogias e metáforas se apresentam como um considerável recurso de ensino. Na educação em Ciências, o lugar epistêmico da analogia se deve ao fato de aproximar conceitos, muitas vezes inacessíveis e abstratos, ao universo dos alunos.

Formas dinâmicas de raciocínio, as analogias e metáforas estão presentes em todo pensamento criador: seja na poesia, na filosofia ou na ciência (Perelman, 2004). Nossa percepção nos permite afirmar que simplesmente o estudo da analogia pela analogia não traz grandes expectativas. O potencial, seja ele benéfico ou deletério, de determinada relação analógica só pode ser afirmado em etapas escolares posteriores à sua utilização. Nossa contribuição para essa discussão se faz através do estudo da Teoria da Argumentação de Chaïm Perelman, onde a analogia é incluída entre as *técnicas argumentativas*, mais precisamente entre as *ligações que fundamentam a estrutura do real*, uma vez que promovem o entendimento do que não é familiar baseado no que é comumente conhecido. Assim, reconhecemos a analogia para além de seu papel como figura de linguagem e atribuímos a ela o estatuto de ferramenta de ensino.

Como um auxílio em investigações que envolvem o discurso do professor e os recursos empregados por ele para facilitar a apreensão do conhecimento científico por parte dos alunos, a Teoria da Argumentação nos possibilitou a compreensão da analogia de forma dinâmica, articulada aos discursos da sala de aula. Amparados na concepção pluralista que tal referencial sustenta, procuramos compreender quais os sentidos construídos pelos professores

de Ciências a respeito desse instrumento de ensino, além de como se apropriam dele para favorecer a aprendizagem de seus alunos.

CIÊNCIA, ARGUMENTAÇÃO E ENSINO

Ao contrário dos sistemas de pensamento que assimilam o rigor necessário à atividade científica à rigidez do ensino, consideramos que ensinar Ciências é inserir o aluno em um novo universo cultural com procedimentos, linguagens e princípios próprios. Assim, às recorrentes conjecturas sobre o “como o professor ensina” e o “como o aluno aprende”, somam-se estudos que objetivam a compreensão de múltiplos fatores que influenciam os processos de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos.

Tomando o ensino de Ciências sob essa perspectiva, podemos refletir sobre alguns aspectos da cultura científica e suas implicações no ensino. Encarada como uma prática sócio-cultural, a ciência é resultado da atividade humana em condições históricas específicas. Entretanto, o contexto de produção do conhecimento científico muitas vezes é omitido, restando aos alunos a justaposição de informações consideradas pré-existentes e absolutas, desvinculadas de qualquer aspecto histórico ou cotidiano. Isto coloca para o professor o desafio de transmitir o saber produzido pela comunidade científica para a realidade escolar, reformulando-o sem que sua complexidade se perca. É através do diálogo entre o saber científico, o discurso do professor e seu próprio discurso que o aluno apreende os sentidos produzidos na construção científica.

Assim, o conhecimento é reconstruído durante a aprendizagem. Esta se revela como um movimento de desconstrução e reconstrução da realidade a ser apreendida em um processo de compreensão ativa, que supõe capacidades para elaboração de sentidos próprios. Nesse contexto, o discurso da sala de aula é perpassado por aspectos da cultura científica, como a assepsia linguística, que pode ser considerada também obstáculo à aprendizagem, uma vez que distancia os discursos do professor e dos alunos. Característica da via demonstrativa de comunicação de ideias, o ideal de uma linguagem unívoca teve seu marco na afirmação de Galileu de que o mundo estaria “escrito” em linguagem matemática, cabendo somente à ciência decifrar esse código. O projeto iniciado por Galileu – e administrado filosoficamente por Descartes - representa a substituição da linguagem cotidiana pela linguagem matemática como meio de expressão da razão (Chatêlet, 1994).

A prática argumentativa surge como uma alternativa à demonstração de conteúdos, de caráter atemporal e independente do orador que a apresenta e do auditório que a recebe (Oliveira, 2010). Caracterizado por esse diálogo de razões, tão caro à aprendizagem, o discurso argumentativo não é um monólogo onde não existe preocupação com os outros, pois é forjado na interação. Perelman (1987, p. 235) salienta ainda que

A argumentação é essencialmente comunicação, diálogo, discussão. Enquanto a demonstração é independente de qualquer sujeito, até mesmo do orador, uma vez que um cálculo pode ser efetuado por uma máquina, a argumentação por sua vez necessita que se estabeleça um contato entre o orador que deseja convencer e o auditório disposto a escutar.

Além de conferir lugar de importância aos saberes prévios dos alunos, a argumentação ainda se mostra como condição indispensável à capacidade de raciocinar. O raciocínio pode ser assim encarado como um intenso diálogo interior, que se caracteriza pela possibilidade de articulação dinâmica de questões abstratas. Para justificar um ponto de vista, é indispensável que o aluno se volte sobre seu próprio conhecimento e o reelabore e é o envolvimento com a argumentação que possibilita a reflexão.

Nos processos de ensino e aprendizagem, a mediação docente pode dispor de recursos que auxiliem a imersão do aluno no novo campo conceitual. Nesse contexto, a analogia é fecundo instrumento. O termo analogia deriva do grego onde sugere a ideia de proporção. A partir daí, muitos autores aliam analogia à proporção matemática. Perelman (1987, p. 207), entretanto, sugere que “a relação de igualdade firmada numa proporção é simétrica (...) e que as grandezas relacionadas são homogêneas e fazem parte de um mesmo domínio”.

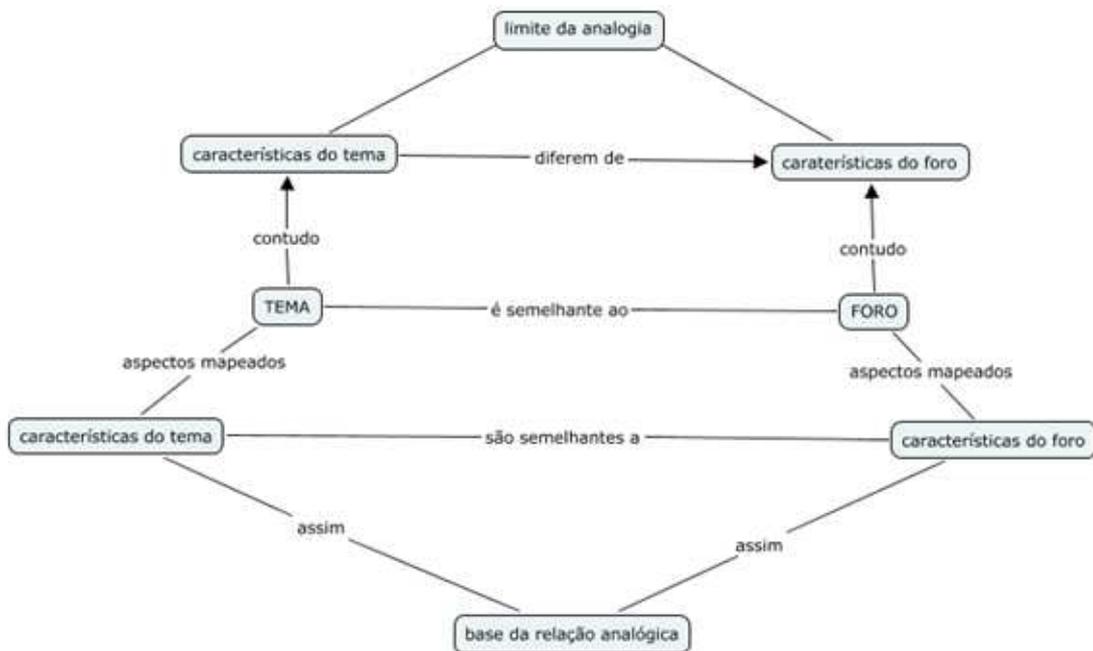
Godoy (2002) afirma que a analogia é uma habilidade que reconhece que uma coisa é *como* outra coisa. Dessa forma, essa técnica argumentativa estabelece uma aproximação entre dois elementos de naturezas distintas: o *tema*, que se deseja explicar, é semelhante ao *foro*, que ancora o raciocínio. É sobre o elemento de conexão *é como* que recai a substancial diferença entre analogia e metáfora. Nesta, a omissão do termo sugestivo da similitude transforma o que era relativo em identidade. Portanto, concebemos a metáfora como uma analogia condensada.

Na educação em Ciências, é comum a adoção de modelos metodológicos para a utilização analógica. O mais comum deles, o TWA (Teaching-with-analogies), proposto por Glynn (1991), contempla seis fases metodológicas: (1) introduzir o conceito-alvo. (2) Propor uma experiência ou ideia como análoga da anterior. (3) Identificar os aspectos semelhantes entre o conceito-alvo e o análogo. (4) Relacionar as semelhanças entre os dois domínios. (5)

Esboçar as conclusões sobre o conceito-alvo. (6) Identificar os aspectos em que a analogia não se aplica (Fabião & Duarte, 2006).

Não descartamos a importância desse e dos demais esquemas para orientação do professor. Entretanto, o estudo da analogia como um componente isolado dos demais elementos do discurso nos parece um ideal limitado e falho. Reconhecemos que a utilização da aproximação analógica como ferramenta de ensino demanda um movimento que vai da apresentação do conceito à superação da analogia. A ideia da superação é perpassada pela importância da desconstrução da semelhança (Rivelli & Lemgruber, 2011). A analogia seria, como defende Perelman, um andaime que deve ser retirado quando o edifício está terminado.

Para salientar esse movimento, podemos considerar o mapeamento.



A título de ilustração, na analogia que se propõe a esclarecer a constituição da membrana celular, o foro – uma calçada de paralelepípedos – é conhecido, existindo sobre o mesmo uma experiência prévia. Já o tema – o envoltório da célula – é novo para os alunos. O conceito pouco conhecido que constitui o tema apresenta propriedades que o definem parcialmente e que podem também não ser conhecidas, como a natureza das moléculas que a compõem. O foro também possui características, como a consistência de cada bloco. Quando se estabelece uma relação analógica, dizendo que a membrana da célula é como uma calçada de paralelepípedos, as propriedades de tema e foro são consideradas semelhantes. Entretanto, existem propriedades do foro, como a natureza do material que compõe cada bloco, que não

são análogas, o que pode conduzir a um erro de raciocínio e transferências indesejáveis entre foro e tema, criando a concepção errônea de que as moléculas que constituem a membrana celular são rígidas como blocos de concreto. Assim, reconhecendo que a base da relação analógica parece repousar sobre a similitude, seus limites se concentram nas discrepâncias entre tema e foro.

A PESQUISA

A fim de compreender quais os sentidos construídos pelos professores de Ciências a respeito da analogia como instrumento de ensino, além de como se apropriam desse recurso para favorecer a aprendizagem de seus alunos, a pesquisa envolveu quatro professores das séries finais do Ensino Fundamental – 6º ano, 7º ano, 8º ano e 9º ano. O contato inicial com os professores se deu de dois modos distintos: (1) através de visitas a escolas de Ensino Fundamental das redes pública e particular e (2) por meio de um convite enviado ao grupo virtual de discussão da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio).

Os instrumentos para coleta de dados foram a entrevista dialógica individual e a observação mediada, ambos desenvolvidos no âmbito da pesquisa qualitativa com enfoque histórico-cultural. Esse viés da pesquisa qualitativa se caracteriza pelo dialogismo, que sugere sempre duas consciências. Além disso, o princípio da alteridade complementa esse pensamento, a partir do momento em que assume que é na relação com o outro que o indivíduo se constitui. Assim, pesquisador e pesquisado se modificam um ao outro. Essa perspectiva reconhece que a neutralidade do pesquisador é impossível e que sua ação no contexto investigado gera efeitos que também podem se constituir como elementos de análise (Freitas, 2010).

As entrevistas permitiram nosso contato com informações sobre a formação, inicial e continuada, dos professores, sua prática docente e os sentidos construídos por eles a respeito do tema. A observação das salas de aula possibilitou-nos o adensamento de nossas discussões.

Tendo em vista que a realidade a ser investigada não é objetivamente apreensível, concluímos que a situação de estudo não deveria ser criada artificialmente e fomos ao seu encontro (Bakhtin, 1992), transitando no espaço escolar e na sala de aula, para que se pudesse compreender o fenômeno vivo e em constante interação.

AS CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES

Ao nos determos na investigação sobre a percepção dos sujeitos a respeito do papel desempenhado pelo raciocínio analógico como instrumento para a construção do conhecimento científico, percebemos que, mesmo que precariamente, essa discussão está presente em seu cotidiano. Os extratos seguintes, retirados das entrevistas, servem de base para essa afirmativa.

(Sobre as analogias) Elas aparecem bastante. Mas eu me questiono um pouco até que ponto essas analogias são absorvidas pelos alunos (extrato de entrevista).

Quando a gente trabalha com conceitos mais abstratos, tem que criar uma ponte entre o que o aluno conhece e o que é desconhecido. Eu acho que a analogia é essa ponte, mas que ela tem que ser usada com muita cautela, porque têm muitas analogias que são impróprias. Eu mesmo, muitas vezes, já me deparei com isso, com analogias que a gente acha que é do conhecimento do aluno, mas sem verificar antes se o ele conhece aquilo. Penso que um dos problemas é esse, primeiro tem que ser uma coisa que os alunos conheçam, de fato um consenso, que o significado daquilo seja um consenso, para depois chegar nessa ponte (extrato de entrevista).

Identificamos nas falas dos professores uma preocupação a respeito de que tipo de apropriação os alunos fazem das analogias que eles propõe. Esse temor não é infundado. O conceito científico encontra na linguagem analógica duas possibilidades: ela pode ser a pedra fundamental de uma construção que, trabalhada corretamente, alicerça e ancora. Ou pode significar um obstáculo que dificulta que o estudante chegue à abstração desses conceitos. O que determina como o raciocínio analógico irá influenciar a aprendizagem é o trabalho sistemático realizado pelo professor com e sobre esse recurso.

Apesar de não nos limitarmos à aplicação de um determinado modelo de utilização de analogias, reconhecemos em todos eles um aspecto determinante para o bom funcionamento da aproximação analógica como ferramenta didática. A desconstrução da analogia, fase presente em todos os esquemas já expostos, é condição essencial para a apreensão dos conceitos científicos a partir da técnica argumentativa. Esse primeiro extrato se mostra relevante fato de nosso estudo, uma vez que revela por parte do professor comprometimento e até mesmo certo grau de planejamento de aspectos didáticos de sua prática de ensino.

A fala que segue também sugere envolvimento docente a respeito de questões sobre a aprendizagem dos alunos. O professor argumenta que, tendo como característica a abstração, os conceitos científicos precisam ser aproximados do discurso dos alunos. Para isso, as

analogias podem ser uma ponte. Entretanto, chama atenção para a necessidade de um acordo prévio no que se refere aos elementos – tema e foro – da relação analógica.

Esse é um ponto fundamental da discussão. Estariam os professores atentos à necessidade de acordo entre o que os alunos realmente conhecem e o que se presume que estes têm como legitimado? Quanto a isto, Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) salientam que o foro deve ser bem conhecido, para que a analogia seja aceita e ancore o raciocínio. O exercício que o professor deve desempenhar a fim de reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos pode fornecer os indícios de que necessita para perceber se os aspectos que deseja *transferir* do foro para o tema são admitidos pelos estudantes. A busca por esse consenso nem sempre é uma constante, visto que muitos casos já relatados em outros trabalhos demonstram que grande parte dos professores ignora a ideia da superação da analogia.

Diante da complexidade da analogia como ferramenta didática, outra questão chama nossa atenção: seriam as analogias ferramentas utilizadas com frequência pelos professores ou estariam eles atribuindo à analogia um lugar ocupado em sua prática de ensino por outros instrumentos, como modelo, comparação ou ilustração? O extratos seguintes podem ser um auxílio na busca por respostas a essa pergunta.

(...) Quando eu dava aula numa turma do noturno, no 9º ano, ensinando o conceito de átomo eu fiz uma analogia do átomo como se fosse peças do *Lego*, daquele brinquedo *Lego*. Que você poderia criar da mesma forma como as peças do *Lego*. Você pode criar infinitas formas, os átomos seriam partículas também que possibilitariam que existissem as milhares de substâncias que existem no planeta. Ficou todo mundo olhando para mim com uma cara de assustado. Aí que eu fui me tocar que eles não sabiam o que era o *Lego* (extrato de entrevista).

Quando se está fazendo os estudos das células, começamos a apresentar para eles os primeiros nomes complicados, como complexo de Golgi, mitocôndrias, citoplasma. Seriam nomes que eles nunca ouviram, e aí você começa a comparar, tem como fazer uma analogia desses nomes. Falando, por exemplo, que a mitocôndria é a usina da célula, então desenha a mitocôndria no quadro e pode mostrar para eles que ela parece um sanduíche. E se você fala citoplasma, bate na tecla que o citoplasma é gelatinoso (extrato de entrevista).

A experiência relatada nos mostra que o professor utiliza as relações analógicas para aproximar o conceito científico, no caso o átomo e as ligações químicas, a algo próximo, conhecido pelo aluno. É mesmo essa a função da analogia no ensino de Ciências: sedimentar o novo conceito em um foro bem conhecido. Apesar de representar uma situação de suposto fracasso da aproximação sugerida, a análise mais profunda permite-nos uma percepção

duplamente positiva. Primeiro, o professor recorre a ferramentas que auxiliem na aproximação dos discursos da sala de aula. Depois, vista a falta de familiaridade entre o foro proposto e os estudantes, ele reconhece os limites da analogia que propôs e, levando em conta os conhecimentos prévios de seu auditório, opta por abandoná-la.

Apesar de parecer lógico, nem sempre é isso o que acontece. Em muitas situações, o professor se vê tão preso à relação que propôs que não só não percebe sua ineficácia, como também insiste e reafirma sua identidade com o conceito estudado. Nesse caso, a percepção do professor sobre o que seus estudantes têm como admitido é equivocada. Um obstáculo pedagógico pode ser criado nessas situações e sua dissolução requerer muito mais esforço que sua criação.

No segundo extrato, as analogias citadas – mitocôndrias como usina da célula, sanduíche da célula e citoplasma como gelatina – são algumas das mais comumente encontradas nas pesquisas sobre esse tema. Isso se deve à sua larga presença em livros e manuais didáticos. Desde a sua formação, o professor ouve e utiliza essas aproximações.

Nosso diálogo também suscitou ideias pertinentes a respeito da percepção dos professores sobre a importância da desconstrução da analogia. Esse é um aspecto essencial a ser considerado para que o raciocínio analógico possa significar um auxílio na apreensão e abstração dos conceitos científicos.

(Analogias) São coisas que os alunos guardam, às vezes até retratam isso em prova, porque não conseguem separar a analogia que você fez exatamente do conteúdo. Ele sabe que aquilo ali é ligado, mas o aluno escreve aquilo que você falou, e não o que está no livro. Ele guardou a analogia que você fez (extrato de entrevista).

(Sobre as analogias) Eu uso bastante, mas eu tenho muita cautela também. Por exemplo, nesse momento a gente está trabalhando os problemas ambientais, poluição do solo, do ar e da água. Aí é muito comum falar do problema ambiental ‘buraco na camada de ozônio’. Eu vejo um problema imenso nessa aproximação. Buraco seria uma analogia para estar falando da destruição da camada de ozônio, mas aí eu acho essa analogia muito complicada. Então, assim, é o tipo de analogia que eu corto. Eu tento cortar, porque vejo que isso lá no Ensino Médio traz uma concepção, um conceito errôneo. Como se fosse uma coisa estática, como se a camada de ozônio ou essa parte da atmosfera fosse uma coisa estática e tivesse buracos de fato. Então, a minha experiência no Ensino Médio me possibilita ver que conceitos que a gente trabalha aqui embaixo, às vezes um termo, o próprio termo buraco lá na frente leva toda uma deturpação de um conceito científico (extrato de entrevista).

Nesse primeiro extrato, o professor assume que a analogia auxilia o aluno na apreensão dos conceitos científicos. Entretanto, reconhece também que, muitas vezes, os

estudantes não conseguem retirar os andaimes representados pelo raciocínio analógico nessa construção. Assim, no lugar de abstraírem o conceito científico, reproduzem a relação analógica como se fosse auto-explicativa. O aluno guarda a analogia, mas não o conceito em si. Isso sugere, apesar de implicitamente, que a aproximação analógica não foi desconstruída e passou a funcionar como uma muleta (ou andaime) que ampara o conceito sempre que este é evocado.

Ao dizer “esse é o tipo de analogia que eu corto”, o professor sugere esforços no sentido da desconstrução da analogia. Mesmo que a expressão “eu corto” pareça significar a exclusão da relação analógica, não é isso o que acontece. O conceito buraco na camada de ozônio não deve ser excluído das aulas de Ciências. Ao contrário, o que percebemos é a tentativa de esclarecimento por parte dos estudantes sobre o termo buraco, em que sentido a destruição da camada de ozônio se assemelha a um buraco e em que sentido difere.

Com base no que foi discutido, percebemos que os sentidos construídos pelos professores a respeito da analogia como uma ferramenta didática no ensino de Ciências sugerem a necessidade de reflexões coerentes sobre o tema. Tendo em vista que a linguagem analógica demanda consciência do professor a respeito de sua complexidade, esse recurso não pode significar apenas um elemento isolado de seu discurso. Para aprofundar nossa discussão, passemos à investigação sobre a relação entre o professor e as analogias que propõe.

O PROFESSOR E SUAS ANALOGIAS

As situações experimentadas durante as observações das salas de aula nos possibilitaram múltiplas compreensões. Uma delas, relevante pelo que agrega, foi a respeito das analogias apresentadas ao discurso da sala de aula. Muitas delas foram propostas pelos alunos, como as que se seguem.

O DNA é como se pegasse uma folha em branco e escrevesse todas as minhas informações (analogia proposta por um aluno do 9º ano – relato de observação).

Foi sugerida uma relação analógica entre lisossomos e aparelhos eletrodomésticos de uma casa (analogia proposta por um aluno do 8º ano – relato de observação).

A presença dessas situações vai ao encontro da ideia amplamente defendida de que a linguagem analógica integra o discurso da sala de aula de Ciências. Contudo, seja proposta pelo professor ou pelo aluno, essas relações necessitam ser desconstruídas para que possam permitir a abstração dos conceitos científicos. A preocupação com a desconstrução não foi observada como atitude do professor, que se limitou a apontar algumas das semelhanças entre tema e foro.

Alguns estudos já apontaram que grande parte das analogias que o professor de Ciências utiliza ainda provém do livro didático (Ferraz, 2006). Contudo, buscamos nossa própria percepção sobre o assunto. Para isso, tomemos como ponto de partida os seguintes depoimentos.

Eu lembro que quando estava na Universidade, uma vez o professor criticou que uma professora de 1ª a 4ª séries tivesse comparado a célula com um tijolinho, uma parede de tijolos. Desde então, venho observando essa situação e ainda comparo até hoje. Lógico que você tem que estar pegando a fisiologia toda da célula, mas sinceramente não consigo concordar com ele, com a crítica que ele fez. Porque eu acho que é uma forma; e uso muito esse tipo de comparação. Acho que isso é importante. Lembro-me disso até hoje, dele fazendo essa crítica, e no entanto penso que é uma forma que você tem, às vezes alguns recursos para estar fazendo com que o aluno imagine aquilo, porque imaginar, ter um parâmetro é muito difícil (extrato de entrevista).

A gente estava estudando síntese de proteínas, que é um processo bem complexo, que envolvia parte da Genética, um pouco da parte de Biologia Molecular. Eu me esforçando para explicar toda aquela parte lá no RNA mensageiro, RNA transportador. Explicando aquilo e aí ninguém entendendo, eles olhando para mim, e eu explicava de novo. Aí comecei a criar, assim, do nada. Nunca tinha pensado sobre isso, foi uma coisa, assim, aquele *insight*: “então imagina, por exemplo, uma fábrica da Coca-Cola. A receita da Coca-Cola é uma coisa super secreta e tem que ficar guardada num lugar específico, que no caso da célula...”. Comecei a fazer uma analogia com a célula: que no núcleo havia uma receita para se fabricar todos os componentes dos seres vivos, como uma receita para fazer a Coca-Cola, que é única. Daí eu comecei comparar o RNA mensageiro com os operários que iam levar a receita para fora, para poder trazer os ingredientes. O RNA transportador, os funcionários da fábrica que estariam encarregados de estar trazendo os ingredientes. E aí fui explicando. Eles próprios ficaram surpresos de ver como aquilo fazia sentido dentro de outro contexto - o da célula. Aí eu fiquei: nossa, como isso é fantástico! Como a gente pode usar essas analogias e realmente fazer com que o aluno compreenda o que é extremamente complexo (extrato de entrevista).

No primeiro extrato, o professor narra uma discussão que vivenciou ainda em sua formação inicial sobre a linguagem analógica no ensino de Ciências. Relembrando a posição de seu professor, contrária à utilização da analogia que estabelece uma relação entre a

organização celular e uma parede de tijolos, o sujeito argumenta perante si e sustenta sua própria conclusão: não concorda com o ele. O motivo pelo qual discordam diz respeito aos limites da aproximação proposta.

Contudo, esse movimento de reflexão ainda nessa etapa de formação não é relatado pelos demais sujeitos. A presença de discussão sobre o papel da linguagem, seja ela analógica ou mediada por qualquer outro recurso, nos parece de extrema importância para a constituição do professor de Ciências. Isso se deve ao fato de que grande parte da prática de ensino se constrói nesse ponto de sua formação. Além disso, a graduação tem grande responsabilidade em possibilitar vivências que agreguem senso crítico aos futuros professores.

O fato narrado no extrato seguinte nos remete ao momento em que uma analogia parece ter sido criada de forma espontânea. Ao perceber a dificuldade dos alunos em compreenderem e assimilarem os conceitos sobre síntese protéica, o professor buscou um modo de ancorar o novo conhecimento. Nesse movimento, a percepção da distância entre os discursos de professor e alunos é imprescindível.

Após esclarecer os termos constituintes da analogia, isto é, tema e foro, o professor segue com a sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do foro proposto. Não é possível perceber, a partir do relato, se houve a desconstrução da aproximação. Entretanto, a ideia que se traduz na compreensão demonstrada pelos alunos é satisfatória.

Algumas das aproximações propostas durante os momentos de observação foram apropriadas do livro didático. Entretanto, essas situações representaram mínima parcela das analogias introduzidas no discurso da sala de aula. Assim, para que possamos refletir sobre os momentos autorais do sujeito, tomemos por exemplo a analogia do guarda-roupa, amplamente utilizada no 9º ano, nos conteúdos referentes às ligações químicas.

De certa forma, podemos comparar o número quântico magnético a gavetas de um armário, sendo o armário o átomo (relato de observação).

É como se o átomo fosse um guarda-roupa e cada uma das camadas da eletrosfera fosse uma gaveta. E essas gavetas têm tamanhos diferentes. Na gaveta da camada K cabem quantos elétrons? (relato de observação)

O átomo é como se fosse um guarda-roupa e cada uma das camadas da eletrosfera fosse uma gaveta. Assim, o número quântico principal seria uma gaveta do guarda-roupa. O número quântico seriam caixinhas dentro das gavetas. Então, se eu jogasse um giz dentro do guarda-roupa ele cairia dentro de uma caixinha dentro da gaveta (relato de observação).

Aí, dentro da camada K, o “s” seria uma caixinha e o “p” outra caixinha. Mas essas caixinhas são diferentes (relato de observação).

O lítio tem três elétrons – $1s^2$, já encheu a primeira gaveta, sobrou 1 para a próxima gaveta – $2s^1$. É só ir enchendo as gavetinhas (relato de observação).

As relações analógicas descritas foram utilizadas em sequência pelo professor em um número significativo de aulas do 9º ano. Muitas vezes justapostas, essas aproximações foram transversais a três temas estudados – *Números Quânticos, Distribuição Eletrônica e Ligações Químicas*. Essa sequência analógica tem como foro um guarda-roupa e suas gavetas para ancorar o tema representado pelo átomo e as camadas de sua eletrosfera. Dentro de cada gaveta, o professor sugere caixas que significariam os subníveis energéticos do átomo. Tomando como princípio o movimento de apreensão do conhecimento científico, que vai do sensível à abstração, é indiscutível o potencial dessa analogia para ancorar o momento concreto. A falta de acesso ao átomo parece solucionada pela visualização do guarda-roupa e suas divisões.

Contudo, uma análise mais profunda nos permite avaliar que, sem a desconstrução da analogia, a abstração dos conceitos é tarefa quase impossível aos alunos. Prova disto é o fato de que, quando novas características, dinâmicas, são atribuídas ao átomo a aproximação é substituída por outra (analogia do relacionamento ou casamento). O guarda-roupa e as caixinhas sustentam uma ideia de átomo estático, rígido e imóvel como o próprio armário. Mas esse átomo parece não corresponder ao mesmo onde elétrons são compartilhados entre eletrosferas de átomos diferentes. Para solucionar esse impasse, o professor assume o risco de abandonar a primeira relação analógica a promover sua desconstrução. Os impactos que isso pode desencadear na aprendizagem do aluno são variados e dependem da capacidade de cada estudante de completar o movimento de abstração. Supor o que o aluno sabe ou é capaz de fazer sozinho é um erro no qual o professor não deve incorrer. Abandonado o guarda-roupa, ele assume a analogia do relacionamento ou casamento para introduzir conceitos referentes às ligações químicas.

Quando eu escolher alguém da família 1A ele vai casar com quem? 7A. E da família 2A, vai casar com quem? 6A (relato de observação).

Essa relação é muito complexa e leva os alunos a procurarem entre os elementos da tabela periódica características animais. Para estabelecer as ligações e formar moléculas, criam um relacionamento entre uma fêmea e um macho. Assim, quando um determinado elemento se comportar de forma diferente os alunos terão dificuldades em compreendê-lo e uma barreira poderá ser formada.

Bachelard (1996) nomeia esse obstáculo de animista (relacionado àquilo que possui alma) e esclarece que a intuição da vida pode se tornar um dado ofuscante para a formação do espírito científico. Isso sugere que a tendência animista é nitidamente incompatível com o espírito científico. A busca pelo concreto, marcada pela experiência fortemente individualizada, está na contramão da abstração. Para o autor, “(...) a imagem animista é mais *natural*; logo, mais convincente. É evidentemente, porém, um falso esclarecimento” (Bachelard, 1996, p. 202).

Além de todas as inconveniências já discutidas sobre a analogia do relacionamento, resta ainda a ressalva de que, em nenhum momento, o movimento para a superação da analogia foi observado. Ao contrário disso, nem mesmo a metáfora adormecida que o termo *ligação* química sugere foi discutida. Apesar de conseguirem resolver os exercícios propostos pelo professor a partir da aproximação, nenhuma característica não compartilhada entre tema e foro foi apresentada. Restou aos alunos indícios de outras características que poderiam ser compartilhadas entre o casamento e a ligação química. Um burburinho até se estabeleceu para definir quem seria o *componente homossexual* da molécula de HCl (ácido clorídrico), formada pela ligação entre hidrogênio, “o elemento mais amigo da tabela periódica”, e o cloro. Essa discussão, além de preocupante pelo que ressoa nos processos de aprendizagem, é um tanto quanto desconcertante.

Concluimos, então, que a maioria das relações analógicas propostas durante a observação provém de uma fonte distinta do livro didático adotado na escola. Qual seria, então, a relação do professor com as analogias que propõe?

(...) Conforme eu vou percebendo que eles estão compreendendo sem a analogia vou fazendo outras relações. (...) Nem sempre faço a mesma analogia todos os anos. Tem a turma X, aí eu vou soltando a matéria para eles. Conforme percebo que eles vão acompanhando, uso a analogia A ou B. Se percebo que eles ainda estão com alguma dificuldade, uso uma outra analogia para facilitar. (...) No caso da turma do 9º ano, aquela analogia (do guarda-roupa) foi feita na hora. Talvez se a turma tivesse continuado sem entender, eu trouxesse numa aula no laboratório as caixinhas e alguma coisa representando os elétrons. Mas eu nunca senti a necessidade disso (extrato de entrevista).

Com relação à analogia do guarda-roupa, o professor esclarece que foi criada espontaneamente no momento em que percebeu a dificuldade dos alunos em compreender os conceitos propostos, tão abstratos e inacessíveis. Essa descrição, mesmo não esclarecendo por completo a fonte de onde o sujeito apreende as analogias que propõe, nos permite vivenciar um movimento argumentativo que vai ao encontro de nossa percepção inicial. Posto que

pretende ter como admitidos os conhecimentos que apresenta aos estudantes, o professor enxerga a necessidade da utilização de algum recurso que privilegie a abstração e a aprendizagem.

Mesmo que não intencionalmente, o professor possui enraizado em sua prática de ensino um arsenal de relações e aproximações que lhe foram apresentadas ao longo de sua formação escolar e docente. É provável que grande parte delas integre esse arsenal que emerge em momento oportuno. Isso não significa necessariamente um plágio, pois para o professor essa é uma tendência espontânea. A analogia do guarda-roupa, que “foi feita na hora”, poderia lhe ter sido sugerida de várias formas em outros momentos. Isso não lhe tira o mérito ou a responsabilidade pela adequação e utilização da mesma.

Percebemos que os conteúdos que mais se utilizaram da proposta analógica foram os que remetem ao microscópico ou ao abstrato. Chamou-nos atenção, porém, a recorrência dessa técnica argumentativa para veiculação dos conteúdos do 9º ano. Esse é um fato que parece simples, mas que traduz extrema relevância: assim como os alunos se valem das relações cotidianas do conhecimento como meio que favorece a aprendizagem dos conceitos científicos, o professor também se utiliza dessas relações no ensino desses conceitos.

Isso nos remete a outra questão. No 9º ano, por se tratar de conceitos extraídos principalmente da Química, o professor de Ciências parece não dialogar diretamente com eles. Sua relação com esses tópicos é sempre mediada por uma analogia ou exemplo. Assim, o professor também não tem abstraídos tais conceitos, mas os tem sempre ligados a alguma coisa. Provavelmente, em alguma etapa de sua formação docente ou escolar, esse conhecimento químico lhe foi assim apresentado. Ao introduzir esses temas no discurso da sala de aula, o sujeito só o consegue através de uma via analógica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cientes da capacidade das analogias enquanto ferramentas argumentativas de ensino que se amparam nos conhecimentos prévios dos alunos e tornam possível a abstração de conceitos inacessíveis, nossa análise nos permite afirmar que os professores não têm conhecimento adequado sobre o assunto. Apesar das discussões conduzidas sobre o tema, percebe-se que os modelos de utilização analógica tão pesquisados e debatidos não estão presentes nas salas de aula dos professores investigados. O mapeamento sugerido da estrutura

da analogia também se mostrou novidade. Isso reforça a dissonância entre as pesquisas em educação em Ciências e o próprio ensino.

Sem a compreensão de que existem fases que regem o uso da aproximação analógica como meio para o ensino, a possibilidade da sedimentação de obstáculos à aprendizagem se faz cada vez mais presente. Sendo assim, a introdução descompromissada dessas ferramentas ignora a importância dos conhecimentos prévios dos estudantes, uma vez que o consenso sobre o que ancora a conclusão é a chave para a criação da relação entre foro e tema. Sem o relevante mapeamento de semelhanças e diferenças entre tema e foro, a desconstrução da analogia passa a significar uma tarefa exclusiva do aluno e, por isso, incerta.

Obstaculizada a superação, o aluno pode se apropriar de uma configuração intermediária entre o conceito e a analogia. Assim, apreendendo somente o binômio conceito+analogia, a abstração se torna uma ação inacessível. Isso porque, ou o aluno reproduz literalmente o que os textos didáticos expressam, ou se utiliza de um binômio conceito+analogia, pois não consegue operar a dissociação entre esses dois elementos.

A escassez de situações em que a analogia realmente constituiu ferramenta fértil para a aprendizagem dos conceitos científicos se deve a alguns fatores. As entrevistas sugerem que os sujeitos reconhecem a presença das aproximações analógicas em sua prática de ensino e, até certo ponto, se preocupam com a forma como tais técnicas impactam o raciocínio dos alunos. Contudo, nesses mesmos momentos de pesquisa, apenas um professor narra uma discussão vivenciada ainda na graduação sobre os desafios da analogia como ferramenta de ensino. Pensar a linguagem, o discurso e seus desdobramentos no ensino ainda é tarefa que se ensaia na formação inicial do professor de Ciências e Biologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAKHTIN, M. (Volochinov, V. N.). *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Hucitec, 1992.
- CHÂTELET, François. *Uma história da razão: entrevistas com Émile Noël*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1994.
- DESCARTES, R. *Discourse of method and meditations on first philosophy*. Indianapolis: Hackett, 1998.
- FABIÃO, L. M. & DUARTE, M. C. *As analogias no ensino de química: um estudo no tema equilíbrio químico com alunos/futuros professores de Ciências*. In: NARDI, R. &

- ALMEIDA, M. J. P. M. Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo. São Paulo: Escrituras, 2006, p.29-44.
- FERRAZ, D. F. *O uso de analogias como recurso didático por professores de Biologia no ensino médio*. Cascavel: Edunioeste, 2006.
- FREITAS, M. T. A. *Discutindo sentidos da palavra intervenção na pesquisa de abordagem histórico-cultural*. In: FREITAS, M. T. A. & RAMOS, B. S. (orgs.). *Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção*. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010, p. 11-24.
- GLYNN, S. M. *Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model*. In: GLYNN, S. M.; YEANY, R. H. & BRITTON, B. K. (eds.). *The psychology of learning science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, p. 219-240, 1991.
- GODOY, L. A. *Sobre la estructura de las analogías em ciências*. *Interciencia*, 27(8): 422-429, 2002.
- LEMGRUBER, M. S. & RIVELLI, H. *Nova Retórica e ensino de Ciências: uma interseção nas analogias*. *Educação e Cultura Contemporânea*, Vol. 8, Nº 17, 2011, p. 1-19.
- PIMENTA, S. G. & GHEDIN, E. (orgs.). *Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito*. São Paulo: Cortez, 2007.
- MOREIRA, A. F. B. & CANDAU, V. M. *Educação escolar e cultura(s): construindo caminhos*. *Revista Brasileira de Educação*, Nº 23, 2003, p. 156-168.
- OLIVEIRA, R. J. *A nova retórica e a educação: as contribuições de Chaïm Perelman*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2010.
- PERELMAN, C. *Argumentação*. Einaudi. Vol. 11, 1987, p. 218-265.
- PERELMAN, C. *Analogia e metáfora*. Einaudi. Vol. 11, 1987, p. 207-217.
- PERELMAN, C. *Analogia e metáfora em ciência, poesia e filosofia*. In: PERELMAN, C. *Retóricas*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004, p. 333-345.
- PERELMAN, C. & OLBRECHTS-TYTECA, L. *Tratado da argumentação*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.