UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

MARINA VIEIRA SANTOS

Imagens e Ciências no Ensino Fundamental II:
Um estudo à luz da semiótica peirceana

São Paulo - SP
2017

MARINA VIEIRA SANTOS

Imagens e Ciências no Ensino Fundamental II:
Um estudo à luz da semiótica peirceana

Dissertação apresentada ao Programa
Interunidades de Ensino de Ciências da
Universidade de São Paulo, como requisito à
obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.
Versão corrigida (versão original encontra-se na unidade que
aloja o Programa de Pós-graduação)
Área de Concentração: Ensino de Química
Orientadora: Prof.ª Dr.ª Karina Ap. de Freitas Dias de Souza

São Paulo – SP

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

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

Santos, Marina Vieira

Imagens e ciências no ensino fundamental II: um estudo à luz da semiótica peirceana. São Paulo, 2017.

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

Orientador: Profa. Dra. Karina Aparecida de Freitas Dias de Souza

Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Química – Estudo e Ensino; 2. Semiótica; 3. Imagem; 4. Ensino fundamental.

USP/IF/SBI-001/2017

Aos meus queridos pais, Ailton (*in memoriam)* e Elisabeth, pelo incentivo a ir cada vez mais longe, em termos culturais e territoriais.

Agradecimentos

À Karina, que não só me orientou na trajetória deste trabalho, mas me mostrou a beleza e a força de ser mulher, professora, mãe, esposa e filha e, principalmente, nunca ter medo de abraçar o mundo.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em História da Ciência e Ensino de Química (GHQ), que me acolheram sempre com boas discussões e sugestões.

Aos professores Paulo Porto e Waldmir Araújo Neto, pela oportunidade de discussão no momento de qualificação.

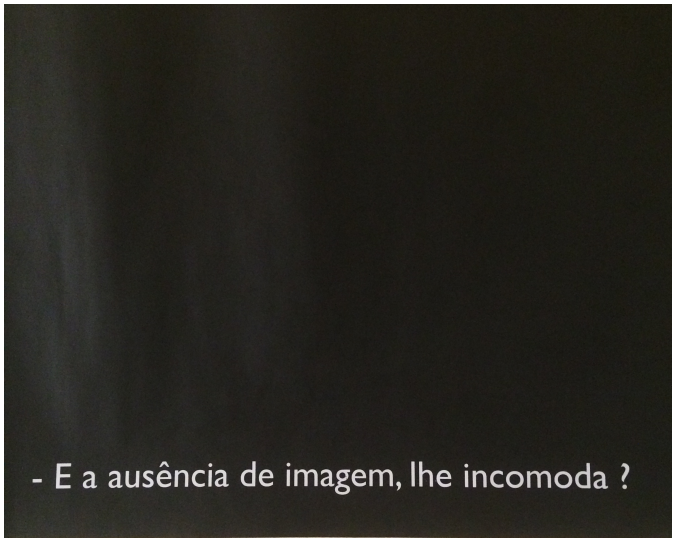
Aos alunos, docentes e coordenação da escola CEMUS V por permitir a realização da pesquisa, em especial ao Michel e à Rafaela, pelo apoio e pela disponibilidade.

À CPGI pela paciência e disposição em nos orientar.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (*CAPES*) pela concessão de bolsa.

Aos meus irmãos, Pedro e Luiz, que me acolheram em São Paulo e transformaram minha rotina em diálogos, construções e alegrias. À minha irmã Áurea, distante fisicamente, mas tão presente em meus passos.

E, claro, aos colegas e familiares, acadêmicos (ou não), mineiros e paulistanos que fazem da vida um alegre projeto.


- E a ausência de imagem, lhe incomoda ?

Página anterior:

Incomodo, 2013
Jorge Menna Barreto e Traplev
impressão off-set, segunda edição de mil exemplares, 49 x 60 cm
Coleção particular

Lista de siglas

PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
BNC	Base Nacional Comum
CONAE	Conferência Nacional de Educação
LDB	Lei de diretrizes e bases
IES	Instituição de Ensino Superior
UNIVESP	Universidade Virtual de São Paulo
UFABC	Universidade Federal do ABC
SESI	Serviço Social da Indústria
UNIJALES	Centro Universitário de Jales
FASB	Faculdade de São Bernardo do Campo
FIMI	Faculdades integradas Maria Imaculada
FIVR	Faculdades integradas do Vale do Ribeira
LD	Livro Didático
LDs	Livros Didáticos
CEMUS V	Centro de Educação Municipal de Salto - unidade V
EJA	Educação de jovens e adultos

Resumo

SANTOS, M. V. *Imagens e Ciências no Ensino Fundamental II: Um estudo à luz da semiótica peirceana*. 103 p. Dissertação (Mestrado). Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Considerando que é no ensino fundamental que fenômenos de natureza química são tratados pela primeira vez e que as imagens podem auxiliar no processo de aprendizagem e possibilitar a construção de significados para o conhecimento, o presente trabalho propõe-se a analisar as escolhas, as ações e os comportamentos de uma professora de ciências durante suas aulas para o 9° ano do ensino fundamental II, com o objetivo de explorar o uso de recursos imagéticos propostos por ela. Para tanto, fizeram parte desta aferição questões como: quais os tipos de imagens foram utilizados no desenvolvimento da disciplina? O que a professora almejou ao utilizá-las? Em qual contexto estão inseridas? Como se deu o processo de comunicação acerca da imagem? A pesquisa foi desenvolvida em uma escola municipal localizada na cidade de Salto – SP, onde foram acompanhadas e gravadas as aulas por um período de seis meses, durante o qual foi trabalhado o conteúdo de química. Caracteriza-se, assim, como um estudo de caso.

Cada imagem utilizada pela professora em sala de aula foi considerada signo e explorada a partir da teoria da semiótica de Charles Sanders Peirce. Considerá-la como signo é atribuir-lhe uma carga de materialização, ou seja, o objeto é materializado na representação, possibilitando a transição entre o domínio imaterial e o visual e a compreensão de como podem ou não colaborar para a construção do conteúdo de química, considerando, ainda, o discurso da professora acerca do signo.

As imagens foram classificadas de acordo com modos de relação pelo qual o signo se constitui (quanto à sua própria natureza) e quanto ao seu objeto. Essas relações pertencem às denominadas tricotomias estabelecidas por Peirce, resultando em diversas classes, como *quali-signo icônico, sin-signo icônico, sin-signo indicial, legi-signo icônico, legi-signo indicial* e *legi-signo simbólico*. Essas análises e classificações somadas aos argumentos e construções apresentados pela professora durante a pesquisa evidenciaram sua postura fortemente realista durante a leitura das imagens.

Palavras-chave: Semiótica, Imagem, Ensino Fundamental.

Abstract

SANTOS, M. V. *Images and Science in the elementar school: a study in the light of Peirce's semiotic.* 103 p. Dissertation (Master). Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Whereas in the elementary school that chemical nature phenomena are treated for the first time and the images can assist the learning process and enable the construction of meanings for knowledge, this paper explores the actions and behaviors of a science teacher for their classes to the 9th grade of elementary school II, in order to explore the use of pictorial resources proposed for it. So, were part of this assessment questions such as what types of images were used in the development of the discipline? What the teacher aspired to use them? In what context are inserted? How was the communication process about the image? This research is characterized as a case study and was developed in a municipal school in the city of Salto - SP, where classes were monitored and recorded in a period of six months, a period in which they worked the chemical content.

Each image used by the teacher in the classroom was considered a sign and explored from the theory of Charles Sanders Peirce semiotics. Consider it as a sign is to attribute it a load of materialization, in the other words, the object is materialized in the representation, enabling the transition between immaterial domain and the visual and understanding of how may or may not contribute to the construction of the chemical content considering also the speech of the teacher about the sign.

The images were classified according to modes of relationship in which the sign is constituted (about its nature) and about its object. These relationships belong to called trichotomies established by Peirce, resulting in several classes, as qualisign iconic, sinsign iconic, sinsign indicial, legisign iconic, legisign indicial and legisign symbolic. These reviews and ratings added to teacher's arguments and buildings presented during the research showed a strongly realistic posture while reading the images.

Key-words: Semiotic, Image, Elementary school.

Sumário

Resumo 11

Abstract 12

Introdução 15

Capítulo 1 23

O ensino fundamental 23

1.1 O nono ano e os Parâmetros Curriculares Nacionais 23

1.2 Professor polivalente e professor especialista 27

Capítulo 2 33

Imagem e pesquisa 33

2.1 O papel das imagens na história e no ensino de ciências 33

2.2 Considerações sobre a química no ensino fundamental e as imagens como objeto de pesquisa 34

Capítulo 3 41

Semiótica peirceana e as aulas de ciências 41

3.1 Semiótica peirceana – referencial teórico-metodológico 41

3.2 As aulas de ciências 48

Capítulo 4 80

Considerações e perspectivas 80

Bibliografia 85

Apêndice 1 89

Transcrição da entrevista realizada com a professora no dia 17 de setembro de 2015. 89

Apêndice 2 91

Mapas de episódios das aulas analisadas (aulas 1, 4, 9 e 13, conforme apresentadas no quadro 2) 91

Apêndice 3 102

Termo de consentimento livre e esclarecido elaborado e entregue para a professora participante desta pesquisa. 102

Apêndice 4 104

Termo de consentimento livre e esclarecido elaborado e entregue para os pais e responsáveis dos alunos participantes desta pesquisa. 104

Introdução

Muito se discute sobre as dificuldades de aprendizagem e desinteresse pelo componente curricular *química* durante o ensino médio. A busca pela compreensão e por soluções para esse fato implicou o desenvolvimento de alternativas e, principalmente, de novos recursos para as aulas de ciências durante o ensino fundamental. Recursos como softwares de ensino, jogos, experimentos alternativos e projeções estão hoje presentes em muitas salas de aula, sendo que em qualquer um deles pode haver a presença de imagens enquanto representações dos conteúdos ou estratégia de facilitação. É considerando esse potente recurso didático (e metodológico), somado aos fatores há pouco citados, que se pretende compreender como ocorre a apresentação dos primeiros conhecimentos científicos ainda no ensino fundamental, no que se refere ao uso de imagens e ao conteúdo de química, objetivo geral da presente pesquisa.

Assim sendo, a questão norteadora – como se dá o uso de imagens no ensino fundamental – foi desenvolvida aliando o discurso de um sujeito (a professora), a teoria semiótica peirceana[1], e a presença de imagens (ou todos os possíveis modos de comunicação existentes em uma sala de aula – como ilustrações, modelos, recursos digitais, livros, etc). Levou em conta, ainda, o baixo número de pesquisas que se dedicam ao ensino fundamental, especialmente as que tomam imagens como objeto de estudo. Ao longo do trabalho, destacaremos algumas dessas pesquisas cujos resultados nos mostram análises e dados acerca de como a química se insere no ensino fundamental, do uso e presença de imagens no livro didático (LD), do desenvolvimento de novas propostas didáticas e da teoria semiótica como referencial teórico e metodológico. Esse cenário nos permitiu almejar nova e relevante proposta de pesquisa, buscando explorar imagens que representam o conteúdo químico a partir do discurso construído por uma professora durante as aulas de ciências para o 9° ano do ensino fundamental em uma unidade escolar específica, que será descrita posteriormente e que qualifica este estudo de caso.

Seguindo este raciocínio, nosso objetivo foi perceber de que modo a ciência 12foi apresentada aos alunos e, como se deu o processo de ensino e aprendizagem de tal disciplina,

---

[1] Semiótica é a ciência geral de todas as linguagens (verbais e não verbais), conhecida também como ciência dos signos; estes são definidos por Santaella (2000) como tudo aquilo que representa algo para alguém. Para este trabalho, utilizamos a teoria da semiótica que é fruto da compilação de mais de 1000 páginas dividas em 9 volumes, escritas por Charles Sanders Peirce, e publicadas originalmente sob o título The Collected Papers of Charles Sanders Peirce. Neste trabalho, foi utilizada a tradução portuguesa de José Teixeira Coelho Neto, publicada em 2010 em sua 4 edição: Peirce, C. S. Semiótica. 4ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2010. Para melhor compreensão da teoria peirceana, ver também a produção de Lucia Santaella indicada na bibliografia.

com interesse específico no uso de imagens fixas, como aquelas presentes nos livros, slides, cartazes, dentre outros recursos (sejam ilustrações, fotografias ou diagramas), buscando avaliar a contribuição dos elementos imagéticos para o processo de significação do conteúdo. Diante do exposto, esperou-se identificar pontos durante as aulas de ciências que nos mostrassem como se deu a seleção e utilização de imagens pelo professor para o processo de ensino de conceitos científicos, de forma que permita a análise do material e consequente compreensão dos problemas decorrentes da área.

Tendo em vista esses objetivos, selecionou-se, para este estudo de caso, uma escola municipal localizada na cidade de Salto, SP como espaço de investigação. Em fevereiro de 2015 o projeto foi apresentado à Direção da escola, sendo o mesmo debatido com as duas professoras de ciências responsáveis por ministrar as aulas do 6° ao 9° anos, a fim de esclarecer a metodologia do trabalho. Apesar de as duas professoras demonstrarem interesse e disponibilidade em participar da pesquisa, optou-se por trabalhar durante as aulas ministradas ao 9° ano do ensino fundamental, ou seja, apenas com uma das professoras da escola. O passo seguinte foi, então, participar, em 5 de março de 2015, de uma reunião de pais na escola. Durante a reunião, a orientadora e a autora deste projeto apresentaram-se aos pais, esclarecendo as intenções de sua presença nas aulas de ciências. Um termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado tanto pela professora quanto pelos pais, autorizando gravações em vídeo durante as aulas, visto que imagens de seus filhos poderiam ser captadas.

Com as autorizações dos pais, da professora e da direção da escola, a pesquisa estava pronta para ser iniciada. A professora, no entanto, explicou que durante os primeiros meses do ano trabalharia conteúdos ainda do 8° ano, sobre o corpo humano. Ainda que conteúdos de biologia não fossem objetos direto da pesquisa, optou-se por iniciá-la, a fim de que alunos e professora se adaptassem com a presença da pesquisadora e da câmera filmadora durante as aulas. O contexto em que se desenvolve a disciplina, dentro da estrutura curricular do ensino fundamental, será apresentada no primeiro capítulo da dissertação.

A participação nas aulas e as gravações foram iniciadas em 9 de abril de 2015, e se repetiram, semanalmente, às quintas-feiras, durante duas aulas consecutivas de ciências para o 9° ano do ensino fundamental II. As aulas de química começaram no dia 21 de maio, estendendo-se até o dia 17 de setembro de 2015, somando 14 aulas e aproximadamente 300 horas de vídeos gravados.

Para podermos fazer uma análise de como se dá o processo de ensino em sala de aula, é necessário entender o contexto que esta sala de aula se encontra. Sua estrutura e seus

agentes serão apresentados adiantes. Além disso, buscou-se organizar os dados coletados (as vídeo-gravações) de modo que a autora mantivesse familiarização e fácil acesso a eles. Para tanto, utilizaram-se ferramentas que serão, também, apresentadas adiante.

É importante esclarecer que o presente trabalho foi elaborado de acordo com o modelo de ensino público vigente até o ano de 2016, momento delicado de possíveis reformas no ensino sugeridas por medidas provisórias do governo federal.

A Escola

O Centro de Educação Municipal de Salto - unidade V "Luiz Rodrigues de Almeida" (CEMUS V), situa-se à Rua São Genaro, nº 02, no bairro de São Judas Tadeu, em Salto-SP e foi entregue a população no dia 07 de fevereiro de 1992, inicialmente contando com quatro salas de aula. Hoje a escola possui boa infraestrutura, com sete salas de aula, uma biblioteca, uma sala de professores, uma diretoria, uma secretaria, uma cozinha, um pátio coberto (usado como refeitório), uma sala de jogos, uma sala de multimídia, um laboratório, cinco banheiros, incluindo os de funcionários e professores, uma sala para Atendimento Escolar Especializado, uma dispensa, um depósito, uma área livre e uma quadra esportiva coberta.

Os cursos mantidos na escola são o Ensino Fundamental Regular, compreendidos pelos 5º, 6º, 7º, 8° e 9° anos, em períodos matutinos e vespertinos, e EJA no período noturno.

Foram atendidos, no ano de 2014 – dado mais recente[2] – 803 estudantes no ensino fundamental (ciclos II, III, IV) e EJA. Estes alunos possuem nível sócio econômico semelhante, a maioria pertencente à classe social média baixa e moradores de bairros próximos à escola.

A sala de aula

Os dados para pesquisa foram coletados durante as aulas de ciências ministradas em uma das duas turmas de 9° ano da escola acima descrita. O critério para a escolha da turma foi a disposição das aulas de ciências durante a semana, o que contribuiu para maior flexibilidade da presença da pesquisadora no município de Salto. A turma era composta por 38 alunos, dentre eles uma estudante surda e muda, diariamente acompanhada por um intérprete. Os alunos desta turma tinham bom comportamento, apresentaram interesse pela disciplina e

[2] Dados fornecidos pelo coordenador pedagógico da escola.

ótimo relacionamento com a professora. Além disso, ficou evidente a relação amigável e de respeito entre os alunos da classe, principalmente com a aluna surda e muda e seu intérprete.

A Professora

A Professora[3] sujeito da presente pesquisa tinha 28 anos (em 2015) e é licenciada em biologia pelo Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio – CEUNSP, Campus Itu-SP, desde o ano de 2007. Lecionava na referida escola e também na rede Estadual Paulista de ensino, totalizando 46 aulas semanais distribuídas nos turnos manhã, tarde e noite. Demonstrou relação bastante amigável com os alunos, reforçada pelo fato de lecionar para esta turma desde o 5º ano do ensino fundamental.

Construindo os dados por meio de vídeo-gravações: o registro audiovisual

Gravações em vídeo foram o principal recurso para possibilitar uma análise dos aspectos interacionais das aulas de ciências. Giordan (2011) chama atenção para o fato da popularização dos meios magnéticos de registro terem influenciado a pesquisa em ensino, principalmente em situações de sala de aula. Dentre as vantagens do registro audiovisual é possível citar o acesso posterior por diferentes pesquisadores, a possibilidade de revisar o cenário de investigação diversas vezes, com consequente familiarização e engajamento com os dados, o acesso não linear de diferentes trechos e, por fim, a questão do armazenamento digital, o que pode ser feito com auxílio de *softwares* capazes de organizar e facilitar a consulta dos dados.

Conforme mencionado anteriormente, as gravações tiveram início antes das atividades relacionadas ao conteúdo de química propriamente dito (um mês de antecedência, quando ainda se estudava o restante do conteúdo do 8° ano), procedimento que teve como principal objetivo fazer com que alunos e professora se familiarizassem com a presença da câmera e da pesquisadora durante as aulas. Para tanto, semanalmente, uma câmera foi posicionada no fundo da sala, durante duas aulas consecutivas de ciências.

Buscou-se, então, por meio da leitura de trabalhos que também utilizaram vídeo gravações, a melhor maneira de organizar os dados obtidos e analisá-los. O caminho escolhido foi a elaboração dos chamados mapas de episódios, ferramentas desenvolvidas por Mortimer (2005a e b) que dispensam o uso de *softwares*.

---

[3] Buscando evitar repetições ao longo do texto, referirmo-nos à professora que integrou a pesquisa, daqui em diante, como Professora.

A Construção dos mapas

Os mapas são ferramentas que nos auxiliam a organizar as informações obtidas das vídeo-gravações no sentido de localizar temporalmente as atividades realizadas durante a aula, possibilitando a seleção dos aspectos que vão ao encontro das intenções da pesquisa. Para a elaboração dos mapas e entendimento de todas as categorias que os compõem, os trabalhos de Mortimer (2005a e b), Martins (2006), Mortimer *et al* (2007), Silva (2008) e Mortimer e Silva (2010) foram utilizados como referências. A construção desses mapas para cada aula, chamados mapas de episódios, facilita a seleção de um determinado trecho de interesse para realizar sua transcrição. Seguindo as ideias de Mortimer e Silva (2010), um mapa de episódios visa organizar as sequências de aulas, de modo que cada uma das aulas é segmentada em uma série temporal de episódios, com início e fim definidos pela atividade realizada. Os episódios podem ser entendidos como segmentos do discurso da sala de aula com fronteiras temáticas bem nítidas (MORTIMER *et al*, 2007). Além do tema como norteador desta delimitação, existe um conjunto de características presentes na aula que também nos permite esclarecer a delimitação dos episódios, como: a fase da atividade na qual o episódio tem lugar, as ações dos participantes, as formas como os participantes se posicionam no espaço físico no qual ocorrem as interações e as formas pelas quais os participantes interagem entre si e com os recursos materiais utilizados. Estas características formam colunas constituintes do mapa e cada linha corresponde a um episódio. Para melhor entende-los, é possível visualiza-los nos apêndices deste trabalho (Apêndice 2). A rigor da metodologia adotada, o próximo passo consiste na escolha de um episódio de ensino-aprendizagem para análise, por isso se faz a transcrição do mesmo. Um episódio, de acordo com Amaral e Mortimer (2011), tomando por base as ideias de Bakhtin, "pode ser definido como um conjunto de enunciados que cria o contexto para a emergência de um determinado significado(...)" (p. 257).

Considerações sobre a metodologia

O trabalho foi desenvolvido, pois, a partir de pesquisas empíricas como mencionadas acima e a partir de pesquisas teórico-conceituais, apoiando-se na bibliografia selecionada, da qual mais uma vez vale destacar os estudos de Peirce e as obras de Lucia Santaella. Dessa

maneira, a pesquisa exigiu duas frentes distintas: a presença no espaço escolar, em busca das fontes primárias – a professora, os alunos e o material didático – permitindo não só a análise, mas a produção de dados, que poderão ser utilizados em pesquisas posteriores; e a apropriação da semiótica peirceana como referencial teórico e metodológico, justificada no terceiro capítulo do presente trabalho, sem deixar de tomar conhecimento sobre outras linhas teóricas da semiótica que não foram incluídas nesta pesquisa.

Ainda dentro do espaço escolar, realizou-se breve entrevista com a Professora, que também foi gravada e transcrita. Objetivou-se nesse momento identificar pontos acerca de sua formação e sua metodologia de ensino, principalmente no que se refere à seleção e ao uso de imagens. Resultados dessa entrevistas serão abordados ao longo do trabalho e sua transcrição na íntegra encontra-se nos apêndices (Apêndice 1), juntamente com os mapas de episódios e os termos de consentimento livre e esclarecido para gravação e uso de imagem.

Trata-se, portanto, de um estudo de caso, uma vez que a pesquisa se desenvolveu em uma unidade escolar específica, dentro de uma única turma. A preocupação desse tipo de pesquisa, de acordo com Ludke e André (2008), é estudar a complexidade de uma situação particular, dentro de um sistema mais amplo. Segundo as autoras, o estudo de caso possui 7 características: (*i) Visam à descoberta*, já que o pesquisador deve estar atento a novos elementos que poderão surgir ao longo do trabalho; (*ii) Enfatizam a "interpretação em contexto",* considerando que para a compreensão mais completa do objeto, é preciso levar em conta o contexto em que se situa; (*iii) Buscam retratar a realidade de forma completa e profunda*; (*iv) Usam uma variedade de fontes de informação,* porque o pesquisador realiza a coleta de dados em vários momentos da pesquisa e em situações diversas, com diferentes tipos de sujeito; (*v) Revelam experiência vicária e permitem generalizações naturalísticas*, o que leva outros leitores da pesquisa associar dados encontrados no estudo com outras situações; (*vi) Procuram representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes numa situação social,* permitindo que o leitor conheça diferentes perspectivas e chegue às suas próprias conclusões e (*vii) Utilizam uma linguagem mais acessível do que outros relatórios de pesquisa,* já que procuram uma transmissão clara e direta e bem articulada com o caso. Além disso, ainda conforme Ludke e André (2008), um estudo de caso apresenta três fases em seu desenvolvimento: inicialmente, há a fase exploratória; num segundo momento, há a delimitação do estudo e a coleta de dados; e, num terceiro estágio, há a análise sistemática desses dados, bem como a realização do relatório. Por fim, para as autoras:

> O estudo de caso encerra um grande potencial para conhecer e compreender melhor os problemas da escola. Ao retratar o cotidiano escolar em toda a sua riqueza, este tipo de pesquisa oferece elementos preciosos para uma melhor compreensão do papel da escola e suas relações com outras instituições da sociedade (Ludke e Andre, 2008, p. 24).

Com todos os dados produzidos durante a primeira frente de pesquisa organizados de acordo com as ferramentas há pouco descritas, passou-se finalmente às análises: entender o processo de construção do conhecimento científico em uma sala de 9° ano do ensino fundamental sob o viés da semiótica peirceana.

De posse desse rico material, e concomitante à revisão da bibliografia indicada ao fim deste volume, deu-se início à escrita do presente texto e optou-se pela apresentação dos resultados simultaneamente à discussão do referencial teórico e metodológico. A dissertação organiza-se, pois, em três partes: uma apresentação sintética do contexto em que se insere [a estrutura do ensino fundamental e suas principais características]; o papel das imagens na história e no ensino das ciências; e, finalmente, a apresentação do referencial teórico – e também metodológico - com a análise pormenorizada de nosso objeto, seguida de considerações acerca do uso de imagens no ensino de ciências.

Capítulo 1

O ensino fundamental

Antes da discussão sobre as imagens e sua utilização como estratégia de comunicação nas aulas de ciências, é necessário que haja entendimento sobre o contexto do estudo em questão. Assim, é essencial a apresentação de como se constrói o ensino fundamental em suas bases curriculares, da mesma forma que é imprescindível atentar-se às características dos professores que nele atuam, no que se refere à polivalência e às especialidades.

1.1 O nono ano e os Parâmetros Curriculares Nacionais

O Ensino Fundamental passou a ter, com a lei 11.274/2006, duração de nove anos[4]. Eles são hoje divididos, basicamente, em anos iniciais, ou ciclo I (1º ao 5º) e finais, ou ciclo II (6º ao 9º). Os conteúdos a serem trabalhados durante o ensino fundamental, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1998), são apresentados em blocos temáticos, para que não sejam tratados como assuntos isolados, mas sim como temas transversais. Para as Ciências Naturais são quatro blocos temáticos propostos no documento: "Vida e Ambiente", "Ser Humano e Saúde", "Tecnologia e Sociedade", e "Terra e Universo". A intenção dos parâmetros curriculares é mostrar que a meta do ensino de Ciências na escola fundamental é construir um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, reconhecendo o homem como parte do universo e também como indivíduo. Esses temas são desenvolvidos ao longo dos anos, de forma que se tornem mais complexos conforme se avançam as séries. Mais especificamente, ainda de acordo com os PCN (1998), os três primeiros blocos se desenvolvem ao longo de todo o ensino fundamental, apresentando alcances diferentes em cada ciclos, ao passo que o bloco "Terra e Universo" só será apresentado a partir da 5ª série (6º ano).

No entanto, ponto relevante e de fundamental discussão é o fato do documento nacional oficial existente para nortear o currículo datar de 1998, quando se considerava a 8ª série como o último ano do ensino fundamental. A chamada 5ª série, há pouco mencionada, fazia parte, até 2006, do 3º ciclo do ensino fundamental. Ou seja, quando o documento foi elaborado, suas propostas de organização curricular referiam-se a 4 ciclos do ensino

[4] http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ensfund/ensfund9_perfreq.pdf. Último acesso em 06/09/2016.

fundamental: 1° ciclo (1ª e 2ª séries); 2° ciclo (3ª e 4ª séries); 3° ciclo (5ª e 6ª séries) e 4° ciclo (7ª e 8ª séries).

Recentemente, com a inserção do 9° ano, estabeleceram-se apenas dois ciclos para o ensino fundamental, mudanças estas que se tornam suficientes para a demanda de atualização dos PCN. Novos documentos foram elaborados para orientar a organização curricular na rede municipal e estadual de ensino. Ainda que pautados nos PCN, mudanças foram necessárias para que contemplassem o novo ensino fundamental e, a desatualização daquele não deixa de ser um fator crucial para destacar o atraso e a falta de comprometimento para com a organização estrutural do ensino em termos pedagógicos e curriculares, já que a organização curricular é uma importante ferramenta de apoio à prática docente.

Por outro lado, concomitante à elaboração do presente trabalho, aconteceu a preparação de uma proposta para uma nova estrutura curricular nacional, a chamada Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A discussão acerca da necessidade de criá-la surgiu em 2010 durante a Conferência Nacional de Educação (CONAE), uma vez que a indicação para sua existência já estava prevista na Lei das Diretrizes e Bases de 1996. No fim de 2014, foi realizada a segunda CONAE, que resultou em um documento[5] sobre as propostas e reflexões para a educação brasileira e é um importante referencial para o processo de mobilização para a BNCC. Instituída a comissão de especialistas para elaboração do documento (composta por 116 educadores de 35 Universidades), o mesmo foi disponibilizado e divulgado via internet, em meados de setembro de 2015, para consulta e intervenção da população, para que a partir de novas opiniões e apontamentos, uma nova versão fosse aprovada. Com esta nova versão do documento, iniciou-se outra fase no processo de construção coletiva da BNCC: os Seminários Estaduais, voltados a debater a segunda versão, organizados pelo Conselho Nacional de Secretários de Educação (Consed) e a União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime). Sabe-se que Consed e Undime sistematizaram as contribuições e desenvolveram um relatório entregue ao Ministério da Educação (MEC) em setembro de 2016. No entanto, até o momento da escrita desta pesquisa não foi possível prever quando a BNCC entraria efetivamente em vigor. De qualquer maneira, grandes mudanças foram propostas para o 8° e o 9° ano, uma vez que esse, atualmente, é marcado pelo ensino dos componentes curriculares de química e física. Propõe-se, agora, que esses conteúdos sejam distribuídos ao longo dos anos e, com isso, assuntos como corpo humano (sexualidade, sistemas nervoso e circulatório)

---

[5] O documento final resultante da CONAE pode ser acessado em: http://fne.mec.gov.br/images/doc/DocumentoFina240415.pdf. Último acesso em 06/09/2016.

sejam tratados no 9° ano, o que antes ocorria no 8°. Assim como temas como substâncias, propriedades físicas, combustíveis, gráficos, tabelas e esquemas, passarão a ser tratados no 8° ano. Conteúdos de química, como modelos atômicos e funções inorgânicas; e de física, como mecânica Newtoniana e ondas, foram excluídos do ensino fundamental. Tais mudanças ficarão mais claras ao se conhecer a estrutura curricular atual, descrita a seguir.

Considerando que limitamos nossas análises ao currículo referente às Ciências Naturais dentro do ciclo II do ensino fundamental, seria desejável apresentar as propostas oficiais de orientação curricular para a rede municipal de Salto e estadual de São Paulo, válidas no momento em que este trabalho foi escrito. No entanto, a princípio inacessível o documento curricular municipal em fontes públicas, fez-se necessário contatar a Secretaria de Educação da cidade. Finalmente, foi esclarecido que não há um documento oficial, e que diante disso foi solicitado aos professores e equipe das escolas o empenho de realizar a construção do mesmo e, como esse processo não foi terminado, o documento de referência no momento de realização de pesquisa era o PCN de ciências.

Por outro lado, considerando que a Professora também atuava na rede Estadual de ensino, faz-se necessário conhecer a organização curricular da rede estadual de São Paulo, uma vez que por muitas vezes utilizou-se desse material, conforme será discutido ao longo do trabalho. Neste contexto, o que há de mais atual é o Currículo do Estado de São Paulo, documento elaborado e atualizado em 2011. Similarmente às orientações municipais de São Paulo, esse documento descreve a estrutura do currículo em torno dos quatro eixos temáticos propostos pelos PCN: Vida e Ambiente; Ciência e Tecnologia; Ser humano e Saúde; Terra e Universo, que se repetem ao longo das quatro séries. Estes temas são ainda divididos em subtemas, a serem trabalhados de acordo com cada ano, que podem ser melhor visualizados na tabela a seguir (SÃO PAULO, 2011):

Quadro 1: Eixos temáticos e seus conteúdos para o ciclo II do ensino fundamental da rede estadual de ensino.

EIXO TEMÁTICO	DESENVOLVIMENTO DO TEMA AO LONGO DOS ANOS
VIDA E AMBIENTE	-Tipos de ambiente e de especificidade; O ar, a água, o solo; O ciclo hidrológico; A formação dos solos e a produção de alimentos; O fluxo de energia; Relações alimentares (**6º ano**) - Origem da vida; Evolução; Fósseis; Organização celular; Reprodução; Os reinos dos seres vivos, vertebrados; invertebrados; plantas e fungos (**7º ano**) -Tipos de reprodução; sexualidade (**8° ano**) -Os órgãos dos sentidos (**9° ano**)
CORPO HUMANO E	- Poluição do ar; Agricultura, defensivos agrícolas e a poluição do solo; poluição e tratamento da água e do esgoto e doenças relacionadas; A coleta e os destinos do lixo; O consumo consciente e a importância dos 3Rs (**6º ano**) -Saúde individual e coletiva; parasitas humanos; vírus; bactérias; doenças

SAÚDE	causadas por protozoários; verminoses; epidemias e pandemias (**7° ano**) -Os nutrientes e suas funções no organismo; sistemas; anticorpos, vacinas e soros (**8° ano**) -Sistema nervoso e endócrino; drogas (**9° ano**)
CIÊNCIA E TECNOLOGIA	- Propriedades e uso dos materiais; Reconhecimento de fontes, obtenção e propriedades da água e seus diversos usos; Minerais, rochas e solo; Materiais obtidos de vegetais; Fotossíntese; A tecnologia da madeira; Desmatamento; Reciclagem; Tecnologia da cana – açúcar e álcool (**6º ano**) -Produção e conservação dos alimentos; Ciência, tecnologia e subsistência; Recuperação de ambientes aquáticos, aéreos e terrestres degradados (**7º ano**) -Energia (fontes, obtenção e uso); Materiais como fonte de energia (**8° ano**) -Visão macroscópica, fenomenológica, interpretativa e microscópica dos materiais (**9° ano**) -Características e aplicações das radiações (**9° ano**)
TERRA E UNIVERSO	- Representações da Terra; Modelos vulcões, terremotos, *tsunamis* e placas tectônicas; Rotação da Terra; Evolução nas medidas do tempo; Fusos horários e saúde (**6º ano**) -O Sol, a Lua, os planetas, as estrelas e as galáxias; Movimentos dos astros relativos à Terra ; Distâncias e tamanhos na dimensão do Sistema Solar e representação em escala (**7º ano**) -As estações do ano; Sistema solar (**8° ano**)

Nota-se que o documento incorporou as orientações já propostas nos antigos PCN, apenas aprimorando-as no que se refere à nova organização estrutural das séries do ensino fundamental.

Compreendidos os documentos oficiais para o currículo de ciências, é interessante problematizar as relações que as ciências guardam com os demais componentes curriculares ofertados, como história, geografia, português, matemática, inglês, educação física e artes. As escolas estaduais de São Paulo obrigatoriamente seguem uma estrutura curricular pré-estabelecida, enquanto as municipais, federais, particulares, confessionais ou comunitárias têm autonomia para elaborar seu próprio horário no regimento escolar. Para a escola em que se realizou esta pesquisa, havia a seguinte grade de horários:

2ª feira	**3ª feira**	**4ª feira**	**5ª feira**	**6ª feira**
Artes	Matemática	Geografia	Matemática	Ciências
Artes	Matemática	Geografia	Ciências	Matemática
Português	Inglês	Português	Ciências	Matemática
Português	Inglês	Português	Português	Português
Matemática	História	Geografia	Português	Ed. Física
Matemática	História	História	Português	Ed. Física

Compara-se, primeiramente, a quantidade de aulas de ciências em relação a outras disciplinas e, destaca-se a quantidade de aulas semanais de artes (apenas duas). É especialmente interessante considerar a – nem sempre existente - relação entre esses dois componentes curriculares, uma vez que a presente pesquisa busca explorar o uso de representações. Ora, como os estudos em artes poderiam contribuir, interdisciplinarmente, para a compreensão das demais disciplinas? Certamente poderiam ser base para instrumentalizar conhecimentos e aptidões em relação a produção de imagens, representação e interpretação. No caso da química, essa base seria fundamental para desenvolver com os alunos um exercício de abstração e de representação do invisível. Esse é um ponto que nos chamou atenção e que merece destaque em futuros trabalhos, pois poderá contribuir para novos projetos curriculares.

1.2 Professor polivalente e professor especialista

Nos primeiros anos do ensino fundamental, há apenas um professor regente em sala, chamado "professor polivalente". Compreende-se o professor polivalente como o sujeito capaz de apropriar-se de noções básicas das diferentes áreas do conhecimento – as quais compõem a base comum do currículo nacional dos anos inicias do ensino fundamental –, e de articulá-las desenvolvendo um trabalho interdisciplinar (LIMA, 2007). Nas outras séries do ensino fundamental, ou seja, a partir do 6º ano, passam a atuar nas salas de aula os professores "especialistas", os quais são, normalmente, licenciados em Ciências Biológicas para lecionar a disciplina de ciências.

Mello (2000) também destaca a divisão entre o professor polivalente e o especialista. A distância entre o curso de formação do professor polivalente (situado nos cursos de pedagogia, nas faculdades de educação), e os cursos de licenciatura, específicos (nos departamentos ou institutos dedicados à filosofia, às ciências), imprimiu àquele profissional uma identidade pedagógica esvaziada de conteúdo. Esta divisão precisa ser questionada, em busca de uma visão geral da formação do professor da educação básica. O aluno do curso de magistério (de primeira à quarta série do ensino fundamental) não tem a oportunidade de aprender os conteúdos ou objetos de ensino que deverá ensinar no futuro, ou seja, aprende-se a prática de ensino, mas não sua substância. No caso do especialista, as disciplinas da área são ministrados num contexto institucional distante da preocupação com a educação básica, ou seja, o conhecimento do conteúdo, por exemplo de química, pouco dialoga com as disciplinas de formação para o exercício docente. A autora aponta também a relação entre teoria e prática

em se tratando do papel da pesquisa na formação do professor. Como ponto positivo, Mello (2000) destaca que a pesquisa dentro da área de especialidade aplicada ao ensino é indispensável para o futuro do professor porque reflete sobre a atividade de ensinar e pode formular alternativas para seu aperfeiçoamento:

> Para dar aula de Ciências da primeira à oitava série do ensino fundamental, o que um professor precisa saber de química, física ou biologia? Com que profundidade? Com qual enfoque metodológico, de modo a adequar-se ao estatuto epistemológico dessas ciências, aos objetivos que se tem ao ensiná-las na educação básica, que é educação de cidadania e não de especialista e à criança e ao jovem que vivem neste mundo de hoje? (MELLO, 2000, p. 103)

Outros estudiosos desenvolveram trabalhos que discutem o currículo da formação inicial de professores no curso de pedagogia e a insuficiente abordagem dos conhecimentos específicos das disciplinas que compõem o currículo do ensino fundamental I, o que implica pouco aprofundamento no conhecimento científico e na metodologia de ensino específica de cada área (GATTI e NUNES, 2009; OVIGLI e BERTUCCI, 2009; GALIAN, SASSERON e ARROIO, 2013). No entanto, considerando que o sujeito da presente pesquisa é uma professora especialista, graduada em ciências biológicas e leciona para o último ano do ensino fundamental II, é essencial rever e destacar a formação inicial de professores de ciências para esse nível de ensino no que se refere ao conhecimento dos componentes curriculares da química e da física. Gatti e Nunes (2009) realizaram uma pesquisa acerca dos currículos dos cursos de licenciatura em pedagogia, língua portuguesa, matemática e ciências biológicas, em uma amostra de 71 cursos presenciais de graduação distribuídos por todas as regiões do Brasil. A pesquisa foi desenvolvida no contexto dos resultados preocupantes advindos do desempenho obtido pelos estudantes do ensino fundamental nas avaliações nacionais e internacionais sobre qualidade do ensino básico no Brasil, e do fato da formação de professores ser apontada como um dos principais fatores intervenientes nesses resultados. Consideremos aqui, especificamente, os resultados apresentados em relação aos currículos e ementas dos 31 cursos de ciências biológicas analisados na pesquisa. As autoras nos mostram, por meio do gráfico a seguir, que a maioria das disciplinas obrigatórias oferecidas pelas IES refere-se aos "Conhecimentos específicos da área", correspondendo a 64,3% do total. Em seguida, mas com proporção bem menor, estão os "Conhecimentos específicos para a docência", com 10,4%. As demais categorias de disciplinas possuem uma distribuição entre 4% e 7,1%, com exceção da categoria de análise "Conhecimentos relativos a modalidades de ensino específicas", que representa apenas 0,8%do total:

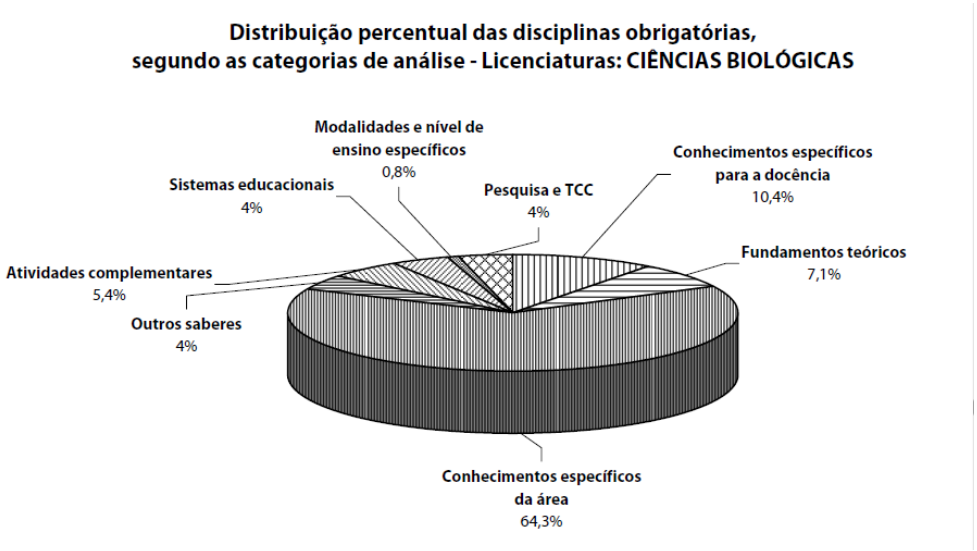


Figura 1. Distribuição percentual das disciplinas obrigatórias dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas das 31 instituições analisadas.

Fonte: GATTI, B. A., NUNES, M. M. R. *Formação de professores para o ensino fundamental: estudo de currículos das licenciaturas em pedagogia, língua portuguesa, matemática e ciências.* São Paulo: FCC/DPE, 2009. p. 129

Fica evidente que na formação de licenciados em ciências biológicas há um predomínio de conteúdos disciplinares da área e muito pouco conteúdo relativo à educação e docência. Este fator é confirmado nos resultados da pesquisa de Gatti e Nunes (2009), quando os dados revelam que na maior parte dos ementários analisados não foi observada uma articulação entre as disciplinas de formação específica (conteúdos das ciências biológicas) e a formação pedagógica (conteúdos da docência).

Dentre os diferentes conteúdos contemplados nesses cursos, segundo as Diretrizes Curriculares de ciências biológicas, aqueles de interesse para a discussão da presente pesquisa (química para o ensino fundamental), muitas vezes não se enquadram em "Conhecimentos específicos da área" e nem mesmo em "Conhecimentos específicos para docência". Segundo as autoras, no que se refere aos conteúdos das áreas de química, física e Saúde, para atender as demandas do ensino de ciências no nível fundamental, conforme previstos nas diretrizes de ciências biológicas para a área de licenciatura, as ementas indicam que esses conteúdos geralmente se apresentam nas formas das disciplinas química e física, embora 33% das estruturas curriculares analisadas deixem de contemplá-las. No entanto, não aparecem articulações com o ensino desses conteúdos no nível fundamental, nem nessas disciplinas, nem nas das áreas metodológicas, podendo ser considerado como uma fragilidade dos

currículos no que se refere à formação do professor especialista para o ensino da disciplina ciências no nível fundamental (GATTI; NUNES, 2009).

Por outro lado, a preocupação quanto à formação de professores de ciências, no que diz respeito ao domínio de conhecimentos em química, física e matemática para atuar na educação básica, prioritariamente nas séries finais do ensino fundamental, acarretou, recentemente, a criação do curso de licenciatura em ciências. Em linhas gerais, o curso tem duração de 4 anos e é interessante tanto para profissionais que queiram se habilitar ao exercício do magistério do ensino fundamental quanto para professores em exercício que atuam na educação básica. De acordo com o e-MEC[6], até a data em que esta pesquisa foi elaborada (2016), o curso é oferecido em 68[7] instituições de ensino superior (IES) em diversos estados brasileiros. No Estado de São Paulo, por exemplo, o curso é oferecido na Universidade de São Paulo em parceria com a Universidade Virtual de São Paulo (UNIVESP), desde 2010, de forma semipresencial, nos municípios de Piracicaba, São Carlos, Ribeirão Preto e São Paulo; na Universidade Federal do ABC (UFABC) desde 2009, intitulado "Ciências e humanidades"; na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) no município de Diadema e em outras cinco IES: Faculdade SESI-SP de Educação (SESI), Centro universitário de Jales (UNIJALES), Faculdade de São Bernardo do Campo (FASB), Faculdades integradas do Vale do Ribeira (FIVR) e Faculdades integradas Maria Imaculada (FIMI). A fim de conhecer melhor a estrutura curricular do curso de licenciatura em ciências, tomaremos como exemplo aquele oferecido pela Universidade de São Paulo, no qual são desenvolvidos oito módulos – intimamente relacionados ao Currículo do Estado de São Paulo, já citado na presente pesquisa – chamados de: Terra e Universo, Ambiente na terra, Vida e Meio ambiente, Ser Humano e Meio Ambiente, Ser Humano Saúde e Sociedade, Trabalho Humano Tecnologia e Sociedade, Estágio e Trabalho de Conclusão de Curso, Estágio e Trabalho e Conclusão de Curso. Esses módulos são trabalhados ao longo de oito semestres, sendo que 52% das atividades são realizadas à distância. Das 2835 horas totais do curso, 1410

---

[6] Base de dados oficial e única de informações relativas às Instituições de Educação Superior – IES e cursos de graduação do Sistema Federal de Ensino. Disponível em: http://emec.mec.gov.br/.

[7] O número é resultado da pesquisa realizada em maio de 2016 no e-MEC, a partir do filtro "Ciências" para todas as IES brasileiras registradas. Esse número pode ser maior ou menor, dependendo do filtro utilizado, considerando também as variações dos nomes dos cursos, como ciências, ciências naturais, ciências da natureza, ciências humanas, ciências e humanidades, ciências ambientais e ciências exatas.

horas são destinadas a atividades diretamente relacionadas aos conhecimentos das áreas de química, física, biologia e matemática.

Feitas as apresentações de como se constrói o ensino fundamental em suas bases curriculares, atentando-se às atuais e futuras mudanças que nele ocorrem, e às características da formação dos professores que nele atuam, passemos ao conhecimento do objeto de análise do presente trabalho: as imagens. Apresenta-se, adiante, seu papel no ensino de ciências e enquanto objeto de diversas pesquisas.

Capítulo 2

Imagem e pesquisa

2.1 O papel das imagens na história e no ensino de ciências

Desde o começo de nossa história havia imagem. "Por toda parte no mundo o homem deixou vestígios de suas faculdades imaginativas sob a forma de desenhos, nas pedras, dos tempos mais remotos do paleolítico à época moderna" (GELB, 1973 *apud* JOLLY, 2008, p.17). No campo da química não foi diferente, de forma que os alquimistas utilizaram ilustrações para representar os símbolos dos elementos químicos enquanto que Lavoisier (1743-1794) representou seus experimentos por meio de figuras e desenhos para melhor entendimento de seus procedimentos (KIILL, 2009). A imagem, considerando sua ampla diversidade tanto em relação ao que é representado, quanto à técnica artística empregada, faz-se objeto de estudo de inúmeras áreas do conhecimento[8]. No campo da semiótica, para Lucia Santaella (2012),

> As imagens são chamadas "representações" porque são criadas e produzidas pelos seres humanos nas sociedades em que vivem. É claro que elas são também imagens percebidas, mas distinguem-se daquelas que dominamos perceptivas porque, neste caso, é a nossa percepção que faz o mundo visível naturalmente aparecer a nós como imagem, enquanto as representações visuais são artificialmente criadas, necessitando para isso da mediação de habilidades, instrumentos, suportes, técnicas e mesmo tecnologia [...] (SANTAELLA, 2012, p.17).

Para Peirce (2010), representar pode ser definido como estar em lugar de, ou seja, "estar numa tal relação com um outro que, para certos propósitos, ele é tratado por uma mente como se fosse aquele outro" (PEIRCE, 2010, p. 61). Segundo Jolly (2008) é difícil atribuir uma definição simples para o termo imagem, entretanto, podemos compreendê-la como algo que, "embora nem sempre remeta ao visível, toma alguns traços emprestados do visual e, de qualquer modo, depende da produção de um sujeito: imaginária ou concreta, a imagem passa

---

[8] Para um exame detalhado e bibliografia complementar sobre as imagens, ver SANTAELLA, L. e NÖTH, W. *Imagem, Cognição, semiótica, mídia.* São Paulo: Iluminuras, 1999; JOLY, M. *Introdução à análise da imagem*. Campinas: Papirus, 2008; BELTRAN, M. H. R. *Imagens de magia e de ciência*: entre o simbolismos e os diagramas da razão. São Paulo: EDUC, 2000; AUMONT, J. *A imagem.* Campinas: Papirus, 2002; GOMBRICH, E. H. *Arte e ilusão: um estudo da psicologia da representação pictórica.* São Paulo: WMF Martins Fontes, 2007; FRANCASTEL, P. *A realidade figurativa.* São Paulo: editora Perspectiva, 1993; MUNARI, B. *Design e comunicação visual.* Rio de Janeiro: edições 70, 1968.

por alguém que a produz ou reconhece" (JOLLY, 2008, p. 13). Sabe-se também que uma imagem não apenas transmite informações, mas apresenta um processo mais amplo de produção e reprodução de sentidos, já que sua estrutura e forma colaboram para isso (SILVA *et al*. 2006).

Compreendendo a imagem como uma ferramenta e se atentando para os diversos trabalhos que apontam sua importância de modo geral, buscou-se para a presente pesquisa destacar a forte relação entre o representar e a ciência química, rica em modelos e teorias que só nos fazem sentido quando atingimos o exercício e o poder de abstração e representação. Comecemos, por exemplo, com um estudo realizado por Beltran (2000) acerca da transformação do papel da imagem que, longe de ser mera ilustração, passou de representações alquímicas à origem da química moderna. A autora, ao explorar as ilustrações relativas ao processo de destilação produzidas nos séculos XVI e XVII, revela a diversidade tanto em relação aos objetos representados, quanto à técnica e aos aparatos utilizados, marcada também pela fidedignidade das representações, fundamental para divulgação do conhecimento (BELTRAN, 2000).

Nesse sentido, as imagens têm papel fundamental no processo de aprendizagem, tanto pelo poder representacional quanto pela capacidade mediadora entre conceito, realidade, observação e conhecimento (MASINI; MOREIRA, 2008). Por isso é importante que textos didáticos contenham quantidade suficiente de imagens relacionadas ao conteúdo que possam influenciar e melhorar a aprendizagem, o raciocínio, a compreensão de conceitos científicos e a recordação, além de promoverem a imaginação (OTERO; MOREIRA; GRECA, 2002; FANARO; OTERO; GRECA, 2004; MARTINS; GOUVÊA; PICCININI, 2005).

É sob tais perspectivas que se pretendeu explorar o papel da imagem no processo de ensino de conteúdos químicos durante o último ano do ensino fundamental.

2.2 Considerações sobre a química no ensino fundamental e as imagens como objeto de pesquisa

Alguns trabalhos, mesmo não tomando as imagens como objeto de análise, chamaram atenção para o ensino de química nas séries do ensino fundamental e mereceram destaque na presente pesquisa. Milaré (2008) desenvolveu seu trabalho de mestrado com turmas de oitava série buscando analisar a correspondência entre os documentos oficiais e os livros didáticos de ciências. Para tanto, buscou também conhecer as características da prática em sala de aula

já que esta é influenciada pelos livros didáticos e tende a um ensino disciplinar, ao contrário do que propõem os documentos. Depreende-se da pesquisa que os conteúdos de química são apresentados de forma segmentada, sem muitas relações com a origem dos conceitos, com a história da Ciência ou com o cotidiano dos alunos. Outras pesquisas realizadas por Milaré e Pinho-Alves (2010a e 2010b) buscaram conhecer como e quais conteúdos de química são desenvolvidos no 9° ano por meio de entrevistas com professores de ciências de escolas e estados diferentes, e propor uma discussão de como a química pode contribuir com o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica. O trabalho revelou a segmentação dos conteúdos de química e de física, que são também trabalhados de maneira a preparar o aluno para seu ingresso no ensino médio, fazendo com que sejam tratados de maneira superficial e simplificada, tornando-se, mais tarde, obstáculos ainda maiores para sua compreensão. Por outro lado, muitos desses conteúdos demandam um nível de abstração e conhecimento matemático que os alunos ainda não possuem nessa fase da vida escolar, mesmo quando tratados de maneira superficial. Os autores chamam atenção também para o perfil dos professores de ciências, destacando a necessidade de se adequar os cursos de licenciatura em ciências biológicas a essa realidade (MILARÉ e PINHO-ALVES, 2010a), fator também já apontado no presente trabalho. Em outra pesquisa realizada pelos autores, além das entrevistas com os professores, foram caracterizados e discutidos os conhecimentos de química presentes em livros didáticos indicados pelo PNLD 2005. Esses dados foram importantes para a construção de uma proposta didática envolvendo diversos aspectos do tema "leite". Na proposta, os assuntos provenientes da biologia, da física e da química são ensinados sem a necessidade de separá-los no programa escolar e, aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais também foram explorados (MILARÉ e PINHO-ALVES, 2010b). Este mesmo tema foi também estudado anteriormente por Kinalski, Zanon (1997), Zutin e Oliveira (2007), dentro do ensino de química, para discutir assuntos como substâncias, misturas e separação de misturas com alunos de 8ª série por meio de atividades experimentais e produção de queijo.

Os livros didáticos também foram objeto de pesquisa do trabalho de Mori e Curvelo (2014), que chama a atenção para atividades voltadas para a disciplina de química neles inseridas. Além disso, os autores discutem como iniciar o ensino elementar de química, questionando se, ao longo da progressão pelas séries, há algum tipo de preocupação quanto ao preparo dos estudantes para a aprendizagem de conceitos químicos mais elaborados, em níveis posteriores. De acordo com os resultados da pesquisa, entre 12 coleções de livros

analisadas, somente duas constituem um perfil desejável de apresentação dos conhecimentos, considerando as propostas de atividades experimentais envolvendo transformações químicas. Sendo assim, chamam atenção para a importância de que os educandos, já a partir dos primeiros momentos, caminhem para se tornarem "quimicamente alfabetizados", incentivando mais investigações sobre o papel da química para os anos iniciais da educação básica brasileira, repercutindo, também, no processo de educação em ciências.

Outra pesquisa também explora o ensino de química no 9° ano por meio de um importante objeto e fonte de informações: o caderno escolar (MILARÉ, MARCONDES e REZENDE, 2014). Este objeto descreve indicativos sobre as concepções de ensino e de aprendizagem envolvidas em determinada prática escolar, os exercícios, as atividades, e outros registros do cotidiano escolar. Verificou-se, entre outros aspectos, a quantidade massiva de conteúdos desenvolvidos e o fato da Ciência química ser ensinada completamente descontextualizada de suas origens e também de situações reais e de relevância para sociedade.

Sasseron (2008) aponta, em sua tese de doutorado, características e evidências da Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino Fundamental, tendo como base alunos de uma sala de aula do quarto ano de uma escola pública da cidade de São Paulo. Nessa pesquisa, partiu-se do pressuposto de que é possível encontrar indicadores de que a Alfabetização Científica está sendo trabalhada e desenvolvida entre os alunos, mostrando evidências sobre como os estudantes trabalham durante a investigação de um problema e a discussão de temas das ciências. Assim sendo, as falas e os registros escritos dos alunos, durante 11 aulas, foram analisados e categorizados de acordo com indicadores propostos pela autora, como por exemplo *organização e classificação de informações, levantamento e teste de hipóteses, justificativa, previsão* e *explicação.* A pesquisa indica que as atividades realizadas em aula somente mostrarão a existência dos eixos estruturantes da Alfabetização Científica caso o professor consiga promover discussões que façam os alunos argumentarem sobre os conceitos científicos trabalhados, como eles foram desenvolvidos e suas consequências para a sociedade, permitindo compreender se o aluno encontra-se ou não no processo de Alfabetização Científica. É fato também o papel essencial do professor, já que é por meio das questões colocadas por ele que os argumentos dos alunos vão se construindo e se estruturando. Sendo assim, considerando o ciclo argumentativo, torna-se importante que o professor tenha consciência do movimento progressivo regulador da construção das ideias e da ordem a que tal ciclo se submete, para que as perguntas pronunciadas durante as discussões

não sejam feitas aleatoriamente, mas respeitando o momento da construção do conhecimento em que os alunos se encontram. Em seu trabalho, Sasseron também chamou atenção para a importância das ciências para o desenvolvimento humano e para um futuro sustentável, defendendo um ensino de ciências no qual os alunos tenham contato com problemas reais que envolvam conhecimentos científicos e suas aplicações.

Dos trabalhos que envolvem o ensino fundamental, pouco se encontra sobre o uso de recursos imagéticos. Contudo, cabe destacar o trabalho desenvolvido por Silva (2012), em uma turma do 3º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do município de Contagem –MG. Por meio dos construtos teóricos e metodológicos da perspectiva sócio histórica, aliados aos aspectos da semiótica social, a autora examinou as estratégias didáticas conduzidas pela professora, destacando a presença de recursos visuais nas atividades durante o desenvolvimento do tema água nas aulas de ciências. Foram analisadas quatro aulas, nas quais a professora recorreu a diferentes tipos de imagens para o desenvolvimento de algum tipo de atividade. Na primeira aula, a professora solicitou aos alunos que produzissem um desenho para responder à pergunta "de onde vem a chuva?". Na aula seguinte, a professora recorreu aos quadrinhos para promover a atividade de produção de textos. Na terceira aula, um infográfico animado foi utilizado para desenvolver as interações discursivas sobre as várias etapas do ciclo da água. Por fim, na quarta aula, a professora solicitou aos alunos que produzissem texto e desenho a partir das discussões provocadas pelo infográfico animado. Por meio da análise das aulas, a autora aponta para a centralidade que as imagens assumem no planejamento da sequência e suas contribuições para orientar o discurso da sala de aula, organizar a construção e o desenvolvimento das atividades e representar coisas ou situações que ficariam possivelmente mais complicadas de serem compreendidas se apenas fossem utilizados os textos oral e/ou escrito. A autora ainda aponta questionamentos como sugestões para outros trabalhos que tenham interesse em pesquisas semelhantes, como: "Quais as leituras [os alunos] fariam das imagens? Como relacionariam texto escrito e imagem? O que evidenciariam das imagens? E dos textos escritos? Se os alunos, individualmente, explorassem o infográfico animado, suas produções textuais oral e escrita e seus desenhos apresentariam diferenças? Quais? Como alunos alfabetizados e alunos não alfabetizados, apresentados à mesma imagem, fariam sua leitura e sua interpretação?" (SILVA, 2012). Questões certamente essenciais para esta e outras pesquisas.

Por outro lado, em se tratando de materiais didáticos para o ensino médio e superior, as imagens tornaram-se foco de diversas pesquisas na área, sendo exploradas sob diferentes

referenciais. Kill (2009), por exemplo, revela uma análise dimensional das imagens que representam o conteúdo de equilíbrio químico presentes nos LDs de química para o ensino médio quanto aos níveis representacionais, a partir do referencial de Johnstone[9]. Sua pesquisa revela a insuficiente abordagem das três dimensões representacionais propostas em forma de um triângulo por Johnstone, apontando que numa mesma imagem é possível encontrar uma situação representacional na qual se considera mais de uma dimensão do conhecimento químico. Desta forma, buscou-se uma ampliação das relações propostas por este autor e, consequentemente, uma reestruturação na proposição elaborada por ele, apresentando as dimensões correlacionadas para as imagens.

Nesta mesma linha de pesquisa, Gibin e Ferreira (2012) levantaram as concepções de estudantes de ensino médio sobre o uso de representações em sala de aula a partir da produção de um banco de imagens que abordassem os três níveis de representação da matéria. Dentre as concepções levantadas, os alunos se manifestaram sobre a dificuldade em imaginar fenômenos químicos e a influência do professor no momento de se realizar uma boa leitura da imagem. Tais levantamentos levaram os autores a acreditar que o uso de imagens que apresentam os diferentes níveis de representação do conhecimento químico pode auxiliar no processo de imaginação e, chamam atenção para a formação inicial e continuada dos professores.

Silva, Braibante e Pazinato (2013) tomaram como objeto de pesquisa as representações visuais dos LDs de química aprovados no PNLD 2012, para o conteúdo de modelos atômicos e, categorizaram-nas com base na proposta de Perales e Jiménez (2002): sequência didática, iconicidade, funcionalidade, relação com o texto principal, etiquetas verbais e conteúdo científico. Os resultados chamaram atenção para a grande quantidade de fotografias presentes nos LDs. Esse tipo de imagem pouco contribui para a construção do pensamento químico e para a aprendizagem dos conceitos abstratos, pois remete apenas aos

---

[9]Em linhas gerais, Johnstone propõe em seus trabalhos, a ideia de que o conhecimento químico é comunicado em três diferentes "níveis", representados pelos vértices de um triângulo, geralmente chamados – há uma enorme variabilidade de denominações atribuídas aos vértices do triângulo- macroscópico (o que é tangível), submicroscópico (o que é invisível: átomos, moléculas, íons) e simbólico (fórmulas, equações matemáticos e gráficos). Apesar de ser um importante referencial teórico adotado em diversas pesquisas em educação química, sua proposta apresenta limitações reveladas por outras pesquisas, as quais podem ser conhecidas nas seguintes teses de doutorado: ARAÚJO NETO, W. N. *Formas de uso da representação estrutural no ensino superior de química.* 2009. 228 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2009; e SOUZA, K.A.F.D.; *Estratégias de comunicação em química como índices espistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX.* São Paulo, 2012. 189 p. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

aspectos macroscópicos. Por isso os autores atentaram-se para o uso moderado de fotografias nos LDs, para que as imagens tenham uma função didática além da mera observação. Por fim apontaram a necessidade de haver um maior cuidado com a qualidade não só das imagens, mas também dos textos que as acompanham presentes nos LDs. Tal discussão pode, ainda, justificar a relevância do estudo proposto na presente pesquisa, pois uma fotografia, dada sua natureza, apresenta limitações, as quais serão reveladas ao longo do trabalhado. Por outro lado, se bem selecionadas, podem sim contribuir para um rico exercício de leitura de imagens.

Partindo-se para outro referencial teórico, à luz da semiótica peirceana, os trabalhos de Souza (2012, 2013), revelaram uma análise acerca das ilustrações presentes nos LDs de química geral destinados ao ensino superior brasileiro ao longo do século XX, visando caracterizar as estratégias de comunicação do conhecimento químico.

Imagens pertencentes ao conteúdo de equilíbrio químico dos LDs aprovados no PNLD 2012 foram amplamente exploradas no trabalho de Scalco (2014). Nessa pesquisa, as imagens foram categorizadas conforme as dimensões do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico), a presença ou não de legendas e etiquetas e suas propriedades; sua relação com o texto e, finalmente, sob um aspecto semiótico peirceano, buscando nas imagens quais características são próprias da Primeiridade, Secundidade e Terceiridade[10], tentando evidenciar quais requisitos são necessários para que o aluno avance nestas categorias. Dentre outros resultados, a pesquisa nos mostra que as imagens encontrados nos LDs são predominantemente do tipo macroscópica e submicrosimbólica, sendo que as que possuem aspecto macroscópico são em sua maioria do tipo fotografia e as que representam o aspecto submicrosimbólico são em sua maioria do tipo figura. No que se refere à análise semiótica, evidenciou-se a importância do aluno ter um bom inventário químico, o qual está relacionado aos conhecimentos anteriores que ele possui e que poderão ser utilizados para interpretar o que a imagem representa, compreendendo assim o novo conhecimento, para que se atinja o nível de terceiridade, ou seja, quando se aproxima um primeiro e um segundo numa síntese intelectual por meio do pensamento em signos.

[10] Esses termos referem-se à classificação mais geral da teoria peirceana, e serão melhor apresentados adiante, no próximo capítulo deste trabalho.

Capítulo 3

Semiótica peirceana e as aulas de ciências

3.1 Semiótica peirceana – referencial teórico-metodológico

A escolha pela teoria peirceana justifica-se pelo fato de Peirce reconhecer que qualquer análise da ciência é, no fundo, semiótica. "Para que sua semioticidade seja visível, basta substituir a noção de evidência por uma concepção muito mais ampla que é a concepção de representação ou signo" (SANTAELLA, p. 31, 2013). Já que no contexto da semiótica, ainda de acordo com a autora, as palavras "representação", "linguagem" e "signo" têm sido consideradas como equivalentes, e reconhecendo a importância das representações para o ensino de química, considera-se na presente pesquisa uma imagem – seja ela ilustração, fotografia ou representação simbólica – um signo. Por isso o estudo da semiótica é relevante para a compreensão do signo no que se refere ao ensino de química, fazendo parte tanto do referencial teórico quanto metodológico, uma vez que a partir de sua compreensão nos auxilia também a compreender o papel da imagem no processo de comunicação.

Charles Sanders Peirce nasceu nos Estados Unidos em 1839 e cresceu em ambiente de natureza social, política e intelectual bastante rica, possuindo formação em diferentes áreas do conhecimento, incluindo a química, na qual completou um doutoramento. Tal ecletismo intelectual esteve sempre relacionado a seu grande interesse pela lógica das ciências e à busca pelos denominadores comuns à construção de toda e qualquer forma de conhecimento. Segundo ele,

> [...] antes de se empreender o estudo de qualquer ciência [...], o pensamento filosófico deve começar por um sistema de lógica, e a tarefa primordial que a lógica tem de enfrentar é a de estabelecer uma tabela formal e universal de categorias a partir da mais radical análise de todas as experiências possíveis (Peirce *apud* Santaella, 2013, p. 32).

Em 1867, aos 28 anos, Peirce publicou "Sobre uma nova lista de categorias", na qual concluiu sobre as categorias onipresentes em todo e qualquer fenômeno, chamados – inicialmente – de qualidade, relação e representação, as quais serão melhor entendidas ao longo do trabalho. Um fenômeno, para Peirce, é qualquer coisa que aparece à mente: seja ela imaginada, vislumbrada, um cheiro ou uma abstração. Coube a ele explorar os modos como os fenômenos apresentam a experiência, para que pudesse revelar e agrupar elementos neles

presentes, chegando à conclusão de que só há três elementos formais (categorias) presentes em todos os fenômenos, denominados, depois de muitos estudos e conflitos, *primeiridade*, *secundidade* e *terceiridade*.

Foi então que Peirce identificou a lógica com a semiótica, esta que nasceu diretamente das categorias fenomenológicas construídas por ele, criando uma teoria conhecida como teoria geral dos signos. Seu pensamento semiótico (e também filosófico, científico e lógico) é tão vasto que a tentativa de resumi-lo certamente seria falha. Contudo, baseando-se em suas obras e em obras da autora Lucia Santaella, faz-se uma pequena apresentação da chamada teoria dos signos.

Para Peirce (2010, p.46) signo "é aquilo que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém". Essa definição mostra que um signo mantém uma relação entre pelo menos três conceitos: a face perceptível do signo (*representamen*), o que ele representa (objeto) e o interpretante que é o signo mediador do pensamento, um terceiro, que permite relacionar o signo apresentado ao objeto que ele representa. O signo, ou *representamen*, dirige-se a alguém, isto é, cria na mente da pessoa um signo equivalente ou talvez um signo mais desenvolvido e faz parte da primeiridade. O objeto é o que se deve representar, fazendo parte da secundidade. Em outras palavras e, de maneira resumida, à primeiridade associa-se o ser de possibilidade qualitativa, independentemente de qualquer outra coisa; à secundidade o ser de fato real e, à terceiridade o ser de lei que governa eventos futuros. É válido ressaltar que é no último nível que se dá a "síntese intelectual" ou pensamento em signos, através do qual representamos e interpretamos o mundo (Santaella, 1983). Assim sendo, considera-se que é no nível da terceiridade que se dá a formação de conceitos.

Peirce estabeleceu uma rede de classificações sempre em tríades dos possíveis tipos de signos. Foram então estabelecidas 10 relações triádicas, as chamadas tricotomias. E "dentre todas essas tricotomias, há três, as mais gerais, às quais Peirce dedicou explorações minuciosas" (Santaella 1983, p. 13). A autora nos apresenta tais tricotomias, em forma de tabela, como reproduzido a seguir:

Tabela 1: As três tricotomias gerais do signo

	Signo em si mesmo (fundamento)	Signo com seu objeto	Signo com seu interpretante
Primeiridade	Quali-signo	Ícone	Rema
Secundidade	Sin-signo	Índice	Dicente

Terceiridade	Legi-signo	Símbolo	Argumento

Estas três tricotomias do signo, em conjunto, proporcionam uma divisão dos signos em dez classes de signos, e são elas: I) Qualissigno, II) Sinsigno Icônico; III) Sinsigno Indicial Remático; IV) Sinsigno Dicente; V) Legissigno Icônico; VI) Legissigno Indicial Remático; VII) Legissigno Indicial Dicente; VIII) Símbolo Remático; IX) Símbolo Dicente; X) Argumento. Estas relações estabelecidas entre as tricotomias podem ainda ser representadas por meio da figura a seguir, a qual mostra os cruzamentos numerados, referindo-se às dez classes:

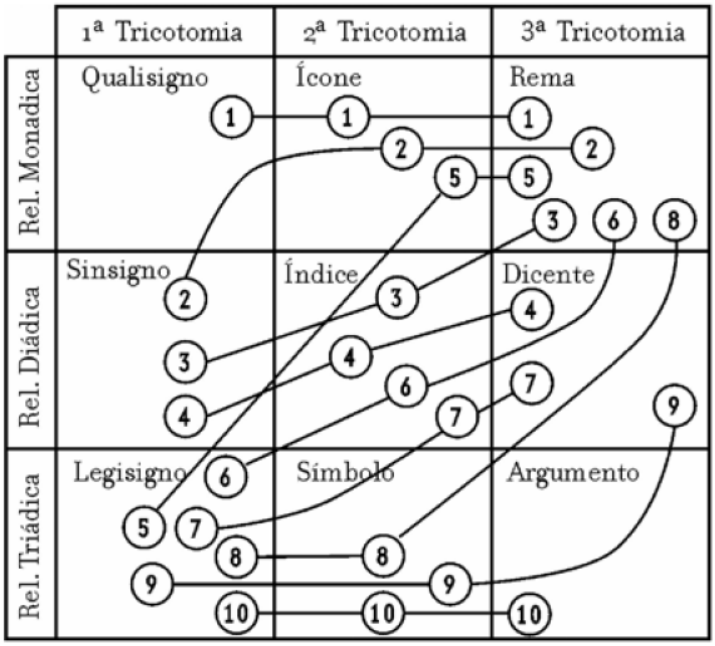


Figura 2: As possíveis relações entre as tricotomias que originam as dez classes de signos.

Fonte: QUEIROZ, J. Classificações de signos de C. S. Peirce – de 'On the logic of Science' ao 'Syllabus of certain topics of logic'. *Trans/Form/Ação*, São Paulo, 30(2), 2007.

Antes de iniciar qualquer discussão é importante que fique claro que estes cruzamentos são restritos por regras implicando impossibilidade de diversas construções. Vinte e sete combinações de fato podem ser produzidas, mas apenas dez são permitidas (QUEIROZ, 2007). Essas restrições podem ser explicadas pelas chamadas 'regra de qualificação', ou seja, o tipo de relação que responde à primeira questão "qualifica" a segunda que "qualifica" a terceira. Um "primeiro pode ser qualificado apenas por um primeiro; um segundo pode ser qualificado por um primeiro e por um segundo; um terceiro pode ser

qualificado por um primeiro, por um segundo e por um terceiro" (SAVAN, 1987-88 *ibid* QUEIROZ, 2007). Pode-se dizer ainda, simplesmente, que essas divisões estão arranjadas conforme uma ordem de pressuposição, associada às categorias de apresentação do signo (primeiridade), de representação (secundidade) e do poder interpretativo do signo (terceiridade).

Frente à condição de examinar certas coisas como signos de outras, e considerando este o propósito da presente pesquisa, uma explicação deste fenômeno deve envolver três modos de relação pelo qual o signo se constitui, ou seja, quanto à sua própria natureza (primeira tricotomia), relativamente ao seu objeto (segunda tricotomia), e como representa seu objeto para outro signo, que é seu interpretante (terceira tricotomia). No entanto, considerando que se pretende destacar e explorar as imagens utilizadas nas aulas de ciências (signos) e o que elas representam dentro de determinado contexto (objeto), apenas a primeira e a segunda tricotomia serão consideradas, a priori, para o desenvolvimento deste trabalho.

Quando nos referimos ao signo em seu fundamento, ou à 1ª tricotomia, entendemos, segundo Peirce, que

> Um *qualissigno* é uma qualidade que é um signo. Não pode atuar como signo até que se corporifique. [...] Um *sinsigno* é uma coisa ou evento existente e real que é um signo. E só pode ser através de suas qualidades, de tal modo que envolve um qualisigno, ou melhor, vários qualissignos [...]. Um *legissigno* é uma lei que é um signo. Normalmente, esta lei é estabelecida pelos homens. Todo signo convencional é um legissigno [...]. (Peirce, 2010, p.52)

Para a 2ª tricotomia, conforme a relação do signo com seu objeto, Peirce esclarece que

> Um *ícone* é um signo que se refere ao Objeto que denota apenas em virtude de seus caracteres próprios, caracteres que ele igualmente possui quer um tal objeto realmente exista ou não [...] Um *índice* é um signo que se refere ao Objeto que denota em virtude de ser realmente afetado por esse Objeto [...] Um *símbolo* é um signo que se refere ao Objeto que denota em virtude de uma lei, geralmente uma associação de ideias gerais que opera no sentido de fazer com que o Símbolo seja interpretado como se referindo àquele Objeto (Peirce, 2010, p. 52).

Em outras palavras, o ícone representa seu objeto por exibir qualidades em comum com ele, sendo sua análise bastante aberta. Já o índice indica seu objeto, apresentando uma relação mais direta e com baixa ambiguidade. O símbolo, por sua vez, representa seu objeto. Outro importante aspecto, de fundamental entendimento, é que nenhum signo mantém apenas um tipo de relação com o objeto, de forma que todo signo possui níveis de iconicidade, indexicalidade e simbolicidade.

Buscando o esclarecimento do uso das tricotomias peirceana no campo representacional da química, tomemos um modelo de partículas como exemplo de análise. Tal representação é uma convenção e, seu objeto está representado por qualidades e semelhanças com a teoria que o precede, conferindo-lhe um caráter icônico, por isso temos um exemplo de *legi-signo icônico*. Este signo, quando se refere à um objeto em particular, como a molécula de água por exemplo, se constitui ainda de uma *réplica* de uma lei geral. Para Peirce,

> [Legi-signo icônico] é todo tipo ou lei geral, na medida em que exige que cada um de seus casos corporifique uma qualidade definida que o torne adequado para trazer à mente a ideia de um objeto semelhante [...] Sendo um legi-signo, seu modo de ser é o de governar Réplicas singulares, cada uma das quais será um Sin-signo icônico do tipo especial (CP 2.258).[11]

Ou seja, réplicas são sin-signos especiais. "São sin-signos porque são existentes individuais que ocorrem em um tempo e espaço determinados, mas são réplicas porque atualizam, corporificam legi-signos" (SANTAELLA, 2013, p. 262). Por isso uma réplica pode ser exemplificada com a representação de uma molécula de água por meio do modelo de partículas. Este signo em particular, normalmente, considera as diferenças de raios atômicos dos átomos de hidrogênio e oxigênio e ainda difere suas cores, ou seja, corporifica um legi-signo.

Ainda em busca de esclarecer o uso da teoria da semiótica na análise da construção do conhecimento científico, fundamentou-se a presente pesquisa no trabalho realizado por Souza (2012), que dentre outras investigações, explica a relação da semiótica com o acesso do químico ao fenômeno estudado, o qual possui:

> [...] **caráter interacional**, é sempre **mediado** e, nesse sentido, **limitado** pelo relativismo imposto por sua própria natureza. O caráter semiótico de tal relação é manifesto, uma vez que as evidências sensoriais, viabilizadas por instrumentos ou não, atuam como **signos** que evidenciam aspectos específicos e restritos dos **objetos** a que se referem (Souza, 2012, p. 73).

Ou seja, além da interação entre o objeto e o signo, este ainda gera um interpretante, ideia gerada na mente interpretativa que atuará ela mesma como signo na continuidade do processo de interpretação. Dessa maneira, Souza (2012) apresenta uma figura que representa a abordagem fenomenológica e semiótica para a produção de constructos científicos:

---

[11] A sigla CP refere-se à compilação de obras de Peirce denominada The Collected Papers. Os números das citações referem-se, respectivamente, ao volume e parágrafo.

Figura 3. Abordagem fenomenológica e semiótica para a produção de constructos científicos.

Fonte: SOUZA, K.A.F.D. *Estratégias de comunicação em química como índices espistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX.* Tese (Doutorado em química) – Instituto de química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Segundo a autora, "é sob essa perspectiva que constructos científicos (interpretantes lógicos) tendem a incorporar cada vez mais elementos do mundo (objeto) que se propõem a descrever e explicar" (SOUZA, 2012, p. 76).

Em se tratando dos termos *imediato, dinâmico e lógico,* inseridos na figura, Santaella (1983) os denomina elementos dinâmicos e imediatos constituintes do signo e explica que objeto imediato é a aparência enquanto o objeto dinâmico é aquilo que o signo substitui. O interpretante imediato consistiria naquilo que o signo está apto a produzir numa mente interpretadora qualquer; o interpretante dinâmico "é aquilo que o signo efetivamente produz na sua, na minha mente e em cada mente singular" (SANTAELLA, 1983, p. 13) e o interpretante em si é o modo como sua mente reage ao signo e no modo como qualquer mente reagiria. Ou seja, o interpretante lógico é, de acordo com uma segunda tricotomia de interpretante proposto por Peirce, um entendimento geral produzido pelo signo. Na figura 3, apresenta-se conectado por meio de uma linha tracejada às evidências porque representa os vários interpretantes que o antecederam e seu caráter temporário, já que um conhecimento científico pode ser questionado e modificado pela comunidade científica.

Frente ao que foi exposto e, apresentadas as ideias dos elementos dinâmicos e imediatos, Queiroz e El-Hani (2008) propõem um esquema que ilustra a produção de constructos científicos, num processo de semiose, fundamental para o entendimento do processo de ensino e utilizado para as análises presentes nesta pesquisa.

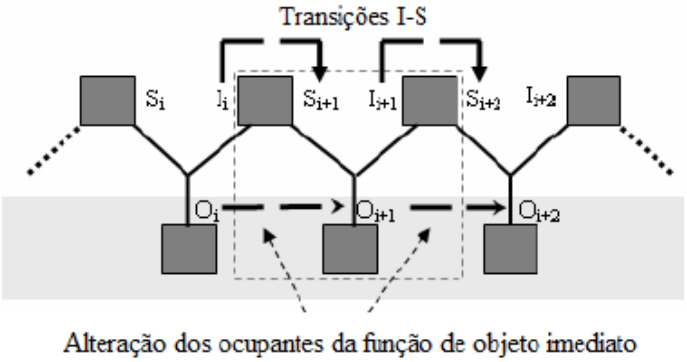


Figura 4. O processo de semiose adaptado por Souza (2012).
Fonte: QUEIROZ, J; EL-HANI, C. N. *Semiotic modelling of biological processes: an introduction to Peircean semiotics.* Toronto: Semiotics Institute Online, 2008.

Nesse esquema é representada a sequência de relações estabelecidas entre signos (S), objetos (O) e interpretantes (I) formando uma cadeia triádica. Ou seja, diferentes objetos imediatos (representados pela faixa retangular) estão associados a um mesmo objeto dinâmico, o qual pode ser atingido através do surgimento de novos interpretantes, que se convertem em signos das próximas semioses (SOUZA, 2012). Essa sequência semiótica foi importante para as análises apresentadas no presente trabalho utilizada como referência, para a construção do conhecimento químico.

3.2 As aulas de ciências

Frente ao objetivo de elaborar os mapas de episódios para analisar a produção de significados durante as explicações e as descrições da sequência de ensino, esclarecemos que são relevantes para a escolha de um determinado episódio os próprios significados construídos, mas também aqueles mal-entendidos, as situações de conflito ou até mesmo os de erros conceituais. A escolha, por exemplo, de um trecho em que há interação entre a professora e a classe, para nuclear um episódio, implica a delimitação desse episódio como constituído por todos os enunciados anteriores a iniciação da professora e todos aqueles posteriores que surgiram como consequência da interação. Nessa perspectiva, selecionou-se, para as análises, aqueles episódios em que se explorou de alguma forma um tipo de representação, seja ele fotografia, ilustração, desenhos ou símbolos. Os mapas de episódios construídos podem ser visualizados no Apêndice 2.

Apresentados o referencial teórico à luz do qual serão analisados os recursos imagéticos propostos pela Professora, bem como a metodologia da pesquisa, faz-se a seguir, uma abordagem geral da sequência de aulas realizadas durante a coleta de dados. Tal apresentação é essencial para que se conheça os temas do componente curricular de química trabalhados pela Professora e, principalmente, quais momentos destes temas subsidiaram dados para análise da presente pesquisa:

Quadro 2: Cronograma das aulas e dados para análise

Aula **Data** **Tema**	**Conteúdo**	**Dados para análise**
1 **21/05/2015** Introdução à Química	O que é química; Os estados físicos da matéria; Matéria, energia, massa, volume e corpo.	Leitura do dicionário; Uso de fotografias; Uso do LD – atividade com fotografia;
2 **28/05/2015** **---**	Excursão para o parque de diversões	---
3 **04/06/2015** **---**	Feriado nacional	---
4 **11/06/2015** Átomos e moléculas	O que são átomos e moléculas; Mudanças de estados físicos da água.	Representações simbólicas; Uso das imagens presentes no LD.
5 **18/06/2015** Texto	Professora ausente – cópia de texto	---

6 **25/06/2015** Bingo	Atividade: Bingo da tabela periódica	---
7 **02/07/2015** Recuperação	Realização de prova de recuperação	---
Recesso Escolar		
8 **30/07/2015** Texto	Propriedades da matéria	---
9 **06/08/2015** Modelos explicativos	Propriedades da matéria e Modelos explicativos	Representações de modelo de partículas
10 **13/08/2015** Experimento	Substâncias e misturas	---
11 **20/08/2015** Apresentação de trabalho	Separação de misturas	---
12 **27/08/2015** Prova de matemática	---	---
13 **03/09/2015** Modelos atômicos	Modelos atômicos	Texto e representações dos modelos
14 **10/09/2015** Foto de formatura	---	---
15 **17/09/2015** Avaliação	---	---

Busca-se, a seguir, explorar as aulas 1, 4, 9 e 13, mencionadas no quadro 2, sob o viés semiótico a fim de analisar o uso dos recursos imagéticos pela Professora.

***Aula 1**: Introdução à química*

O quadro 2 nos mostra que durante a aula 1, em que se introduziu o estudo da ciência química, houve três momentos passíveis de análise semiótica: a leitura do dicionário, o uso de fotografias e o uso do LD para trabalhar os conceitos de matéria e energia. Para sua realização, a professora utilizou um *datashow* para projetar alguns *slides* cujo conteúdo era uma abordagem geral da disciplina. Para isso os alunos sentaram de modo a ficar de frente para o fundo da sala, ou seja, para a parede onde foram projetados os *slides*, oposta à lousa; enquanto a Professora manuseava o *datashow* em uma mesa entre os alunos:

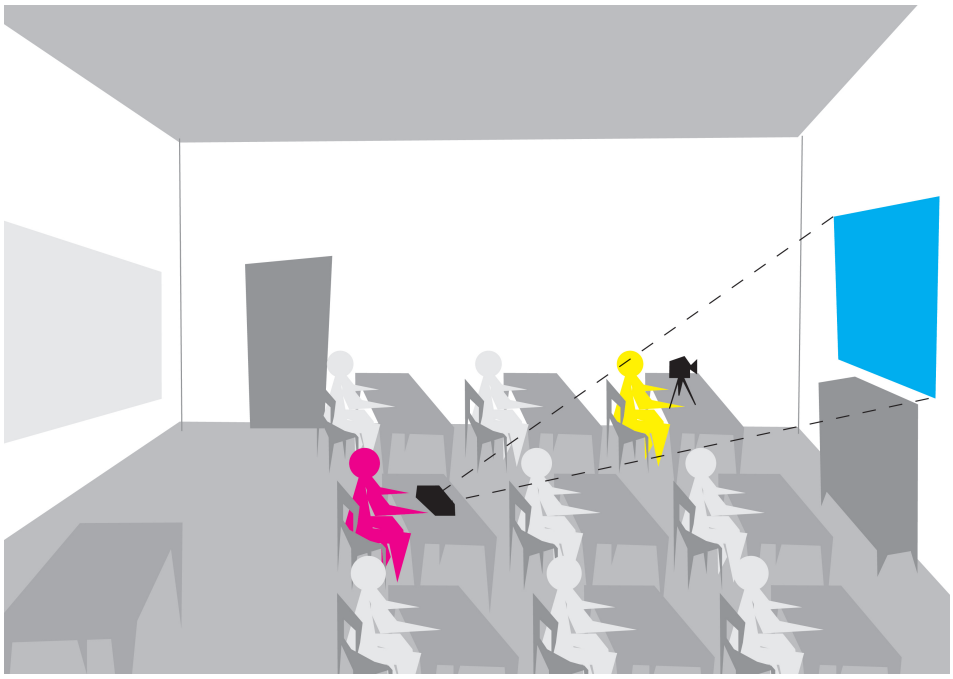


Figura 5: Organização da sala de aula[12] para o uso do *datashow* na aula1.

O uso do dicionário

Para iniciar a aula, a Professora lançou a seguinte pergunta aos alunos "O que é química?", seguida de outros questionamentos como "O que vocês já ouviram falar? O que vocês pensam que é?". Algumas respostas foram levantadas, tais como "experiência; mistura de substâncias; matemática; e medidas". Em seguida, a Professora distribuiu um dicionário para cada aluno e, pediu para que localizassem a palavra química.

Não obstante a ausência de imagens, a descrição da palavra química no dicionário como atividade introdutória à disciplina e se apresentando como o primeiro contato dos estudantes à essa ciência, muito chamou atenção e, por revelar uma ação passível de análise semiótica, cabe ser destacada na presente pesquisa. A transcrição[13] a seguir representa esse momento da aula:

---

[12] Ao longo do trabalho, ilustrações como esta representarão a organização da sala de aula no que se refere ao posicionamento dos alunos, representados em cinza; da Professora, em rosa; da pesquisadora com a câmera, em amarelo; e, ao uso de determinado recurso, destacado em azul, podendo ser a projeção, o LD ou a lousa.

[13] Para a transcrição dos episódios de interesse da pesquisa, foram adotados os sinais de transcrição sugeridos por Marchuschi (2005), sendo eles: (+) para representar pausas, podendo haver uma maior quantidade de sinais

Profa.: *Quem que lê pra nós aí ó (+) no dicionário /.../ quem que lê? /.../ Leia Isa.*[14]

Aluna: *Ciência que estuda as transformações substanciais da matéria, os (+) caracteres dos corpos, o modo de agir de uns sobre os outros e as leis que regulam essas ações. Inorgânica: a parte que trata os corpos pertencentes ao reino mineral. Orgânica: a parte que compreende os compostos do carbono os quais em sua grande maioria se encontram nos corpos organizados.*

Profa.: *Tá. Então o que será que nós vamos estudar gente, em química? Que que falou aí? É uma ciência, quer dizer, é um estudo das substâncias. Aí falou uma coisa da matéria, não é matéria Ciências, Português e Geografia..então a primeira coisa que a gente vai estudar é a matéria e como ela se interage entre si /.../ Então eu tenho lá ((refere-se ao slide, em que há também uma definição de química)) /.../*

Para Peirce, nenhuma descrição geral pode identificar um objeto (CP 4.364). Para um melhor entendimento, Santaella (2013), esclarece que

> É certo que por ser verbal (signo linguístico), a descrição terá sempre, ou quase sempre, todas as características de convencionalidade, hábito e lei próprias da terceira categoria peirciana. No entanto, a linguagem descritiva representa uma tentativa de se traduzir através do verbal o mundo das qualidades aparente das coisas. Representa portanto, a pretensão de se transcrever através do terceiro (convencional) aquilo que é primeiro (apreensão positiva e simples das qualidades). A descrição seria um tipo de manifestação da linguagem verbal que tende a se aproximar do primeiro modo de apresentação dos objetos na consciência, o modo puramente qualitativo e sensível. Ou melhor, tende a registrar pelo e no verbal esse primeiro modo de apreensão (Santaella, 2013, p. 295).

Santaella propõe uma subdivisão triádica sobre a descrição, entendida como discurso: descrição qualitativa (em nível de primeiridade), indicial (em nível de secundidade) e, conceitual (em se tratando da terceiridade). Nesse caso, o uso do dicionário revela uma descrição conceitual e, nesse sentido, dentro do contexto da teoria peirceana, refere-se a um conceito, classificado como um *legi-signo simbólico.* Há ainda, dentro desta modalidade, outras três submodalidades que nos auxiliam a compreender as partes de que uma descrição conceitual se compõe e são elas: forma e aparência; função e finalidade e definição geral,

---

quando a pausa se alongar um pouco; parênteses simples, (), para as transcrições sobre as quais há dúvidas sobre o que foi transcrito; (()), parênteses duplos para comentários do analista; barra simples, /, para truncamentos bruscos da fala; reticências entre barras, /.../, para indicar omissão de trechos; colchetes, [], para indicar sobreposições de falas, e para ênfases importantes utilizou-se letras maiúsculas.

[14] Os nomes dos alunos foram substituídos por nomes fictícios para que não haja identificação.

sendo esta última característica do dado da presente pesquisa. De acordo com Santaella (2013), "só podemos dar o significado de uma palavra, quer dizer, afirmar seu significado, através de uma definição" (p. 316). Por outro lado, entenderemos o significado por meio da definição, se soubermos o significado da palavra que está servindo para defini-la. As definições exigem um repertório linguístico e semântico muito desenvolvido e, é por essa razão que são tão complicadas para crianças (SANTAELLA, 2013), quando por exemplo, depararam-se com o significado da palavra química no dicionário. Santaella (1983) explica, ainda, que para esclarecer o significado de qualquer palavra, recorremos a uma outra palavra que, em alguns traços, possa substituir a anterior. Fato este que pode ser comprovado e observado quando praticamos a ação de folhear um dicionário.

Frente ao exposto e a situação vivenciada durante a aula, percebe-se que a simples leitura do dicionário, sem grandes discussões acerca do tema, não gerou processo de significação, evidente quando muitos dos alunos questionaram os significados das próprias palavras que ali descreviam, como "inorgânica" e "carbono". Ou seja, as difíceis e desconhecidas palavras do dicionário utilizadas para substituir a palavra química não ficaram claras para os alunos, pois não faziam parte, ainda, de seu repertório.

O uso de fotografias

Feita a leitura do significado da palavra química no dicionário, a Professora apresentou, por meio de slides projetados na parede, tópicos que seriam estudados durante os próximos bimestres, tais como: o método científico; átomo, matéria e energia; propriedades da matéria; os estados físicos da matéria, mudanças de estados físicos; fenômenos físicos e químicos e modelos atômicos. Em um destes slides apresentados, no tema "Estados físicos da matéria", a Professora apropriou-se das fotografias presentes nos slides e referiu-se, em sua fala, aos objetos destes signos. É importante esclarecer que os objetos a que se referem os signos ficam definidos pelo discurso elaborado pela Professora, e não são triviais como podemos acreditar numa primeira aproximação. Por isso esse é um momento oportuno para o estudo semiótico no que se refere ao signo e seu objeto e também ao discurso da Professora. O slide utilizado por ela e a transcrição de sua fala, encontram-se a seguir:

Figura 6: Slide utilizado durante a aula, projetado na parede.

Profa.: *Aí também a gente tem os estados físicos da matéria, não vai copiar a gente só vai passar no geral tá? Que aí vai para as atividades do livro. ((No slide há as definições de sólido, líquido e gasoso que aparecem de acordo com a fala da professora)) Mas a gente vai vê que a matéria ela pode ser encontrada em três estados físicos (+) no sólido, ((aparece no slide a fotografia de cristais de gelo)) daí a gente vai lembrar depois nas teorias de átomos que as partículas tem uma posição fixa bem próximas umas das outras (+), a matéria também pode estar no estado líquido ((aparece uma fotografia de um rio)) onde as partículas estão mais soltas podem se deslocar e tomar formato do lugar onde está a atração entre elas é menor e ela pode estar no estado gasoso ((aparece uma fotografia de nuvens)) onde as partículas elas estão bem separadas e (+) ficam livres né, elas podem se perder, elas tem pouca força de atração entre elas, (+) a gente vai vê depois.*

Diante da fala da Professora, percebe-se que o estado físico da água é apresentado por meio da fotografia e comprovado pelo modelo de partículas, o qual é remetido como se os alunos já o conhecessem, quando na verdade, conhecem apenas os estados físicos da matéria (observável). Constata-se que quando a fotografia é tomada como confirmação da estrutura molecular já (supostamente) conhecida e assumida como existente, não se realiza o processo de construção do conhecimento científico, e negligencia-se o papel dos modelos como

construções aproximadas que auxiliam a compreensão de uma realidade inacessível (SOUZA, 2012).

Esse slide e até mesmo a temática do assunto, nos levaria a pensar que se trata de algo muito simples. No entanto, o discurso da Professora somado às fotografias que representam o assunto e ao texto, revelam uma situação tão rica quanto problemática. Nesse momento, a Professora assumiu a existência de uma relação de causa e efeito: as partículas estão mais "soltas", então podem se deslocar. De acordo com sua lógica, este é o motivo pelo qual a água está na fase líquida. Nota-se que a Professora atribuiu sentidos que inverteram o processo de construção do conhecimento, uma vez que a organização molecular não é uma explicação possível para o fato da água na fase líquida ter este comportamento, mas o comportamento comprova a organização molecular. Ou seja, o que seria uma explicação (fim ou efeito) para o fenômeno, tornou-se em seu discurso, a causa (começo). Em outras palavras, a forma de construção dos argumentos da Professora evidenciou realismo epistemológico - assumiu-se que a realidade inobservável pode ser conhecida por meio das teorias científicas (PESSOA JUNIOR, 2003), - que levou a concepção realista acerca da existência das partículas, ou para o realismo ontológico, caracterizado pela existência de uma realidade independente de qualquer interpretante (PESSO JUNIOR, 2003).

Além disso, faz-se necessário expor problemas anteriores a essa situação: a Professora não trabalhou as definições de partículas e substâncias. Percebe-se que o slide apresenta fotografias de substâncias, mas descreve partículas. Qual seria a relação entre elas? Isso foi abordado? Uma possível interpretação, de senso comum, seria uma associação que resultaria em partículas feitas de substâncias. Neste caso, as partículas seriam os cristais de gelo, pequenos pedaços de gelo, ou seja, a ideia da matéria contínua. Ou ainda, o exemplo em que se tem uma fotografia de nuvens para representar o estado gasoso, reforça a ideia de que as partículas são pedaços de matéria, uma vez que mostra algo concreto e visível, desconsiderando que o gás não é visível. O epistemólogo francês Gaston Bachelard afirma que para o senso comum, a realidade é aquilo que se apresenta aos sentidos, e que "é essencialmente a partir do rompimento com esse conhecimento comum que se constitui o conhecimento científico" (Bachelard, 1988 *apud* LOPES, 2007, p. 41). É nesse sentido, ainda de acordo com a filosofia de Bachelard, que o conhecimento comum acaba por se constituir o que ele chamou de *obstáculo epistemológico* ao conhecimento científico. Entendemos que a fotografia ainda que utilizada com intenção de facilitar a compreensão, acarretou explicações e assimilações inadequadas e, trata-se, portanto de obstáculo epistemológico. Os estudos de

Lopes (2007) são essenciais para o entendimento deste conceito e, ela esclarece que o filósofo não é contrário ao uso de imagens, mas que "sua posição é de que a razão não pode se acomodar às imagens, devendo estar pronta a desconstruí-las sempre que o processo de construção do conhecimento científico assim o exigir" (p.142). Na mesma obra, a autora também investiga os obstáculos epistemológicos nos LDs de química no Brasil, no período de 1931 a 1990 e, os revela nas explicações de diversos conceitos, como substâncias, ácidos e bases, eletronegatividade, entre outros. Outros trabalhos da área também alertam para a questão do realismo fazer parte do senso comum e chamam atenção para outros obstáculos ao desenvolvimento do conhecimento científico (GOMES e OLIVEIRA, 2007; GERMANO e KULESZA, 2010; MARTINS e ABREU-BERNARDES, 2013; SOUZA, 2014).

Em se tratando da categorização semiótica dos signos presentes nos slides, considerando as três fotografias, já que compartilham do mesmo processo semiótico, classificam-se como *sin-signo indicial*. Tal classificação do signo em seu fundamento se dá porque se tratam de fotografias e um sin-signo "é uma coisa ou evento existente e real que é um signo e só o pode ser através de suas qualidades [...]" (PEIRCE, p. 52). Na relação com seu objeto, fica evidente o existente representado e, frente esta relação existencial, o consideramos *índice.* Nesse sentido, a fotografia, por exemplo do rio, é índice pois se refere a um existente, cujas propriedades podem ser investigadas em um processo de interpretação em que os modelos apareceriam como interpretantes possíveis. Na fala da Professora, porém, a fotografia do rio é índice da estrutura da matéria. Nota-se, portanto, um conflito em relação ao objeto que este signo se refere, prejudicando a sequência interpretativa que levaria à construção dos modelos. Em outras palavras, os constructos científicos, neste caso, assumem papel de objeto, cuja existência real é pressuposta, e o potencial de geração de interpretantes é reduzido, uma vez que as fotografias apenas constatam o comportamento já esperado.

O uso do LD

Ao finalizar a apresentação dos slides, a Professora pediu para que os alunos voltassem à organização comum da sala de aula (sentados de frente para a lousa) e o LD foi tomado como recurso norteador da aula.

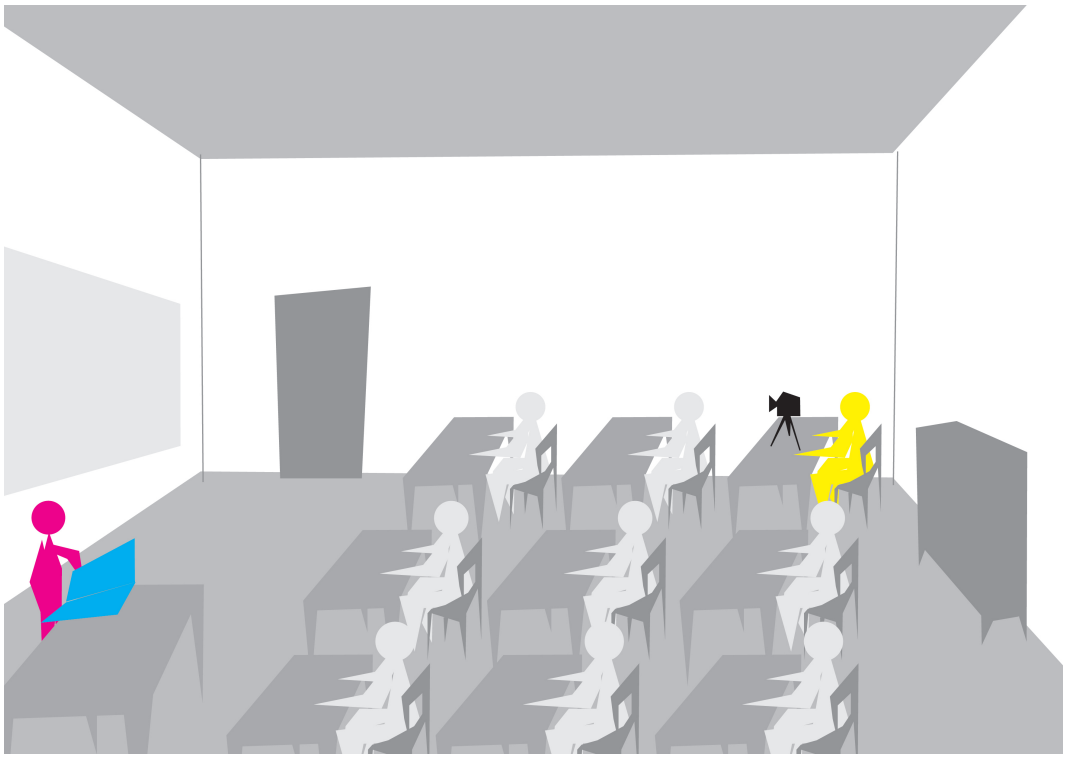


Figura 7: Organização da sala de aula para o uso do LD em um segundo momento da aula1.

O LD adotado pela Professora faz parte do Programa Nacional do Livro Didático de 2014 e tem como título *Ciências – Física e Química*, da Editora Ática. Ela trabalhou com os alunos a questão de abertura do primeiro capítulo deste livro, intitulado “Matéria e Energia”. A página de abertura é reproduzida a seguir:

Uma foto mostra o que pode ser visto, porém nem tudo o que existe pode ser visto. Paisagem de Fernando de Noronha (PE).

Matéria e energia

1. Discuta esta ideia

No dia a dia nossos sentidos são constantemente estimulados. Podemos ver coisas das mais variadas formas, cores e texturas, saber se o dia está quente ou não, sentir o cheiro das flores ou de um pão sendo assado, ouvir o canto dos pássaros ou a buzina de um automóvel.

Forme um grupo com seus colegas e, juntos, pensem num ambiente da preferência do grupo (pode ser o da foto acima). Identifiquem nesse ambiente três coisas possíveis de serem percebidas pelos diferentes sentidos humanos (visão, audição, olfato, tato e gustação).

Figura 8: Abertura do capítulo 1
Fonte: BARROS, C. e PAULINO, W. *Ciências – Física e Química.* 5 ed. São Paulo: Ática, 2012.

A abertura do capítulo traz uma fotografia de uma paisagem de praia acompanhada da seguinte legenda: "*Uma foto mostra o que pode ser visto. Porém nem tudo que existe pode ser visto.*" A pretensão é abordar conceitos de matéria e energia, propondo a seguinte questão:

> "No dia a dia nossos sentidos são constantemente estimulados. Podemos ver coisas das mais variadas formas, cores e texturas, saber se o dia está quente ou não, sentir o cheiro das flores ou de um pão sendo assado, ouvir o canto dos pássaros ou a buzina de um automóvel. Forme um grupo com seus colegas e, juntos, pensem num ambiente de preferência do grupo (pode ser o da foto acima). Identifiquem nesse ambiente três coisas possíveis de serem percebidas pelos diferentes sentidos humanos." (Barros e Paulino, 20112, p. 10).

De acordo com o manual do professor deste LD, essa atividade tem como objetivo diferenciar algumas formas de matéria e energia, compreender que a energia pode se manifestar de diversas formas, especialmente quando associadas a exemplos cotidianos e, tomar contato inicial com conceitos de átomos e de moléculas. A imagem de abertura do capítulo, sendo uma fotografia de uma paisagem do mar, tem o potencial de levar os alunos a lembrarem de sensações que uma praia, seguindo o exemplo, pode trazer. No entanto, tal leitura de imagem não foi inicialmente realizada. A sequência discursiva desenvolvida pela Professora é apresentada a seguir:

Profa.: *Então fala aí ó, uma foto, tem uma foto mostrando a paisagem/.../uma foto mostra o que pode ser visto porém nem tudo que existe pode ser visto. O que que quer dizer essa frase aí gente ó? Uma foto mostra o que pode ser visto, porém nem tudo que existe pode ser visto. [os alunos falam ao mesmo tempo].Por que tem gente que é cega?[os alunos falam novamente juntos]. O João falou que tem elementos que não podem ser vistos, por exemplo o ar.*

Profa.: *O que vocês vão fazer ó, shiii pessoal! ((pedindo silêncio)) Vocês vão fazer esse Discuta essa Ideia ((seção do LD)) vão discutir com sua dupla e fazer, fala assim ó, ((lendo o LD)) no dia a dia nossos sentidos são constantemente estimulados, podemos ver as coisas das mais variadas formas, cores e textura, saber se o dia está quente ou não, sentir o cheiro das flores ou de um pão sendo assado, ouvir o canto dos pássaros ou a buzina de um automóvel. Forme um grupo, seu grupo é sua dupla tá, com seus colegas / tem gente falando junto comigo. Depois eu acabo de explicar e fala o que que é pra fazer/ Forme um grupo com seus colegas e pensem juntos em um ambiente de preferência do grupo. Então você vai conversar com seus colegas e pensar num ambiente que vocês dois gostem, achem legal. Identifique neste ambiente três coisas possíveis de serem percebidas pelos diferentes sentidos humanos, visão, olfato, tato, audição e degustação. Dez minutinhos pra fazer esta atividade.*

Passado o tempo destinado à realização da atividade, a Professora pediu para que duas duplas compartilhassem com os colegas como a resolveram:

1- **Profa.:** *Então vamos lá. Ô Gabriel, que paisagem vocês pensaram?*
2- **Aluno:** *Santos*
3- **Profa.:** *Santos? /.../ Que três coisas são possíveis ser percebidas pelos seus sentidos?*
4- **Aluno:** *É..tem o estádio /.../ assim tem o estádio, a praia, a comida*
5- **Profa.:** */.../Tá quais sentidos você utilizou pra quais tipos de sensações que você ta observando na praia.*
6- **Aluno:** *A visão [pra ver][a praia] o olfato pra sentir o gosto da comida, o cheiro da comida ((os alunos riem))o cheiro da comida![Aqueles camarão frito sabe de praia]((o outro colega da dupla intervia))é..que mais...a gustação que a gente sente o gosto da comida [do camarão]*
7- **Profa.:** *Tá bom já foi os três obrigada! Fale Davi ((solicitando a resposta de outra dupla)) Que local vocês pensaram?*
8- **Aluno:** *Pizzaria*
9- **Profa.:** *Uma pizzaria. Tá quais sentidos você utilizou pra quais sensações*
10- **Aluno:** *O cheiro da pizza pelo olfato, a visão pra ver a pizza /.../ ((Muito ruído, não foi possível transcrever o restante de sua fala)).*
11- **Profa.:** *Muito bem. Agora ó vamos pensar um pouquinho. A Laís com o Gabriel falaram do ambiente que é Santos, daí eles falaram da praia, do camarão, os meninos aqui pensaram numa pizzaria, aí falaram lá da pizza que eles viram /.../ O que que tem em comum a pizza do pensamento dos meninos, a paria e o camarão do pensamento do Nicolas, essa paisagem que tem aí com as montanhas com água aí /.../ que que eles tem em comum? Todos são formados de? [matéria] ((os alunos respondem juntos)) Matéria. Todos ocupam um lugar no espaço né. Então ó, olhem aí na página 11 do livro ó, o que a pedra uma planta e um animal tem em comum? Todos ele são matéria. Porque a gente viu que matéria é tudo que ocupa lugar no espaço, tudo que tem massa e volume, a gente define como sendo [matéria]. Matéria, tá? O que a luz que ilumina o ambiente, o calor e o som do canto de um pássaro tem em comum? Todos eles são um tipo de energia. Então a gente vai estudar primeiro a matéria e suas propriedades, depois a gente vai estudar a energia e suas propriedades e as transformações que ela pode ter /.../*

As transcrições dessas interações revelam que o objetivo da atividade proposta pelo LD não foi atingido. Percebe-se que a Professora priorizou a materialização dos conceitos de matéria, massa, corpo e volume – apresentada na seção a seguir – e pouco trabalhou o reconhecimento de conceitos abstratos como *energia.* Tal atividade, associada à legenda "Uma foto mostra o que pode ser visto, porém nem tudo o que existe pode ser visto", permitiria os alunos reconhecerem a importância de construir modelos, introduzindo então os conceitos de átomos e de moléculas.

Em se tratando de uma análise semiótica, a fotografia, enquanto signo, por apresentar aspectos marcadamente existenciais, possui caráter indicial em relação ao seu objeto, e sin-signo em seu fundamento, caracterizando um *sin-signo indicial.* Essa característica nos revela as limitações desse signo quando representa apenas o existente e, justamente por isso corrobora o desafio proposto na atividade. No entanto, ainda que a estratégia de utilização dessa imagem fosse essencial para a realização da atividade, não desempenhou o papel almejado pois precisaria, além da legenda, melhores orientações para o professor, especialmente se consideradas as características da formação da Professora sujeito da pesquisa. Em outras palavras, a atividade tinha como função problematizar e fomentar a leitura de imagem pelo estudante, ainda que se tratasse de um *sinsigno indicial*, porém a Professora a usou como avaliação daquilo que foi estudado durante a disciplina sobre "sensações e sentidos", deixando passar a oportunidade de realizar um exercício de leitura de imagem com os estudantes.

***Aula 4**:*

Átomos e moléculas

Como mostra o cronograma das aulas (Quadro 2), durante a aula 4 foram desenvolvidos dois temas: *o que são átomos e moléculas* e *as mudanças de estados físicos da água*. A Professora explicou os conceitos de átomos e moléculas utilizando como recurso a lousa e o giz, e escreveu diversas representações simbólicas:

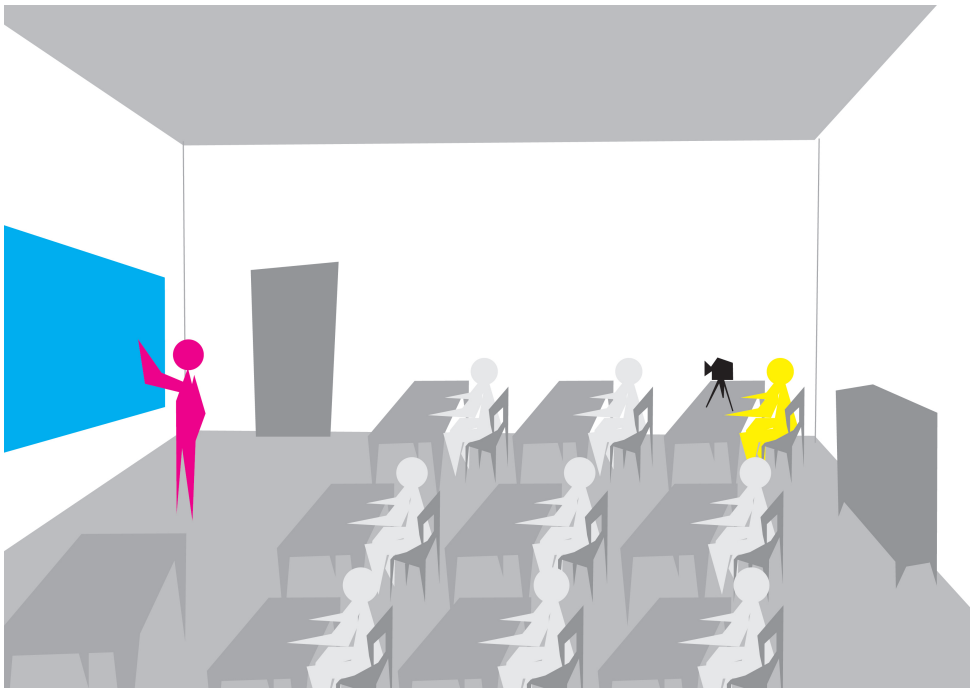


Figura 9: Organização da sala para o uso da lousa na aula 4.

A transcrição abaixo descreve esse momento da aula:

1- Profa.: *Hoje nós vamos ver dois outros conceitos ((escreve na lousa))de átomo e molécula. Átomo a gente vai rever depois em outros capítulos do livro tá, mas a gente vai ver só o início hoje do que é átomo e do que é molécula, página 13/.../ vão começando a ler, página 13.*

2- Profa.: *Muito bem ó pessoal (+) Como que a gente define matéria mesmo só pra mim relembrar? Tudo que ocupa lugar no espaço tudo que a gente conhece é feito de matéria. Se eu conseguir diminuir essa matéria em partículas ainda menores eu vou chegar em algo que eu chamo de átomos /.../Então a gente define como átomo a menor partícula da matéria tá depois a gente vai estudar os cientistas como o John Dalton que foi um dos que deu o conceito do que é o átomo tudo bem? Mas a gente conhece vários átomos, por exemplo ((escreve na lousa)) eu conheço o átomo de hidrogênio, como que eu posso representar ele?["agá"] "Agá"! Eu conheço também o átomo de sódio, como que é?["esse"]não! "ene" "a". ((escreve na lousa)) Eu conheço também o átomo de oxigênio como posso representar? ["ó"] "ó". E o de cloro? ["ce" "ele"]"Ce" "ele". E o de manganês? ["eme" "ene"]((escreve no quadro)) E o de magnésio?["eme" "ge"] E o de potássio? [Ka] e o de fósforo? ["pe"] e o de bromo? ["be" "erre"] /.../e o hélio? ["agá" "e"]E o de cobre? ["ce" "u"]prata? ["a" "ge"] e o de ouro? ["A" "u""] Não tão errando um! E do tungstênio? E do níquel?/.../ ((escreve todos os símbolos na lousa))Então pessoal esses aqui são os átomos, alguns exemplos /.../ da menor partícula da matéria.*

3- Profa.: *Quando eu consigo juntar esses átomos fazer uma combinação com eles eu chamo isso de molécula. Por exemplo, eu quero combinar um átomo de hidrogênio aliás, dois, com um de oxigênio, vou formar algo assim "agá" "dois" "ó" ((escreve a fórmula na lousa)) Isso é uma molécula de que? Água! E se eu juntar assim ó ((escreve na lousa)) "ce" "seis" "agá" "doze" "ó" "seis". Eu formei uma bela molécula de glicose. Então como que eu posso definir uma molécula? Pensa aí.*

4- Aluno: *A junção de dois ou mais átomos*

5- Profa.: *Muito bem. A junção de dois ou mais átomos. E se eu juntar assim ó "ó" "dois"? ((escreve na lousa)) O que é isso aqui? [Oxigênio] eu tenho um dois aqui, não pode ser oxigênio/.../ [é o que a gente respira] isso! É o gás oxigênio/.../ Então ó eu posso entender que pra mim formar uma molécula eu não preciso ter átomos diferentes. Se eu tiver dois átomos, numa mesma substância eu já formo uma molécula tá? Mas vamos ver aqui um pouquinho de novo ó. Por que que eu sei que esse "be" "erre" é um átomo e não uma molécula? Veja que tem duas letras, eu posso confundir. Como que eu posso saber gente que esse "be" "erre" aqui tem duas letras e eu não vou me confundir que isso é um átomo e não uma molécula. Qual a diferença?*

6- Aluno: *É porque os símbolos dos átomos tem uma letra maiúscula e uma minúscula.*

7- Profa.: *Muito bem. Isso é uma característica. Quando eu vou representar um átomo, se ele tiver duas letras pra representar ele, a primeira é maiúscula e a segunda sempre minúscula, tudo bem? /.../*

8- Profa.: *Outra coisa gente, aqui uma molécula de água, "agá" "dois" "ó" certo? O que significa esse dois?*

8- Aluno: *Que são duas moléculas...um "agá" e um "ó"*

10- Profa.: *Que são dois átomos de que? [Hidrogênio]e quantos de oxigênio? Um! Eu posso colocar assim ó ((escreve na lousa 2H1O)) como são dois átomos de hidrogênio, "dois" "agá" "um" "ó"? Minha molécula de água. [Não!] Posso? [não!] Não!! Sempre um número vem depois. E se for um átomo só eu não preciso colocar.*

11- Aluno: *Aí ia ficar por exemplo "agá" "ó" né professora? Se fosse um átomo só né?*

12- Profa.: *Se fosse um "agá" "ó" ((escreve na lousa HO)) sim...Os dois é maiúsculo. /.../*

A construção do conhecimento acerca das definições de átomos e de moléculas, realizada pela Professora revelou que as representações simbólicas assumiram um lugar de definição, e não de uma representação de fato. Sob o viés semiótico, as letras representantes de um elemento químico enquanto signo são *legi-signos simbólicos* e têm como objeto o átomo ou o elemento químico. Nesse caso, há um conceito a ser construído, mas a semiose desenvolvida pela Professora não gerou interpretantes suficientes, levando à falsa conclusão de que as definições de moléculas e de átomos se resumem a junção de letras. Os turnos 11 e 12 da transcrição constituem um bom exemplo para este entendimento: a definição de molécula é apenas a junção de duas letras (H e O). Neste momento, a Professora escreveu na lousa a representação "HO", mas rapidamente a apagou e se mostrou um pouco confusa. Seria interessante uma breve explicação – breve porque os alunos ainda não têm conhecimentos prévios suficientes para o entendimento da formação das ligações químicas – enfatizando que outros constructos teóricos estão envolvidos na formação de uma molécula, já que "HO", por exemplo, não é, conceitualmente, uma molécula. Esta discussão pode ser melhor desenvolvida se considerarmos a terceira tricotomia de Peirce, no que diz respeito à relação do signo com seu interpretante. Como apresentado na Tabela 1, um signo pode ser denominado *rema* (quando representa alguma qualidade que poderia estar encarnada em algum objeto possivelmente existente); *dicente* (interpretado pelo seu interpretante final como propondo e veiculando alguma informação sobre um existente) e *argumento* (interpretado como um signo de lei, ou seja, deriva validamente uma conclusão de suas premissas). Para esse caso, por exemplo, temos que o signo em relação ao seu interpretante, é um *dicente* e o meio mais fácil de reconhecê-lo "é saber que ele ou é verdadeiro ou é falso; mas em contraposição ao argumento, ele não nos fornece razões porque é falso ou verdadeiro. Ele é um signo

puramente referencial, reportando-se a algo existente. Desse modo, seu interpretante terá uma relação existencial, real com o objeto do dicente" (Santaella, 2000, p. 146). Assim, por caracterizar-se dicente, dizemos que a semiose foi interrompida por não atingir o nível do *argumento,* ainda que só *legi-signos simbólicos* possam sê-lo. Em outras palavras, não se construiu o conceito desejado porque o processo de comunicação não se deu por produção de novos signos a serem interpretados (o que pressupõe a existência de semiose).

As mudanças de estados físicos da água.

No segundo momento da aula, o LD foi utilizado como recurso. A Professora fez uma leitura da imagem de abertura do capítulo 3 intitulado *Matéria: estados físicos e propriedades* (Figura 11), conforme transcrição a seguir. Nesse momento, a Professora segurava o LD, em pé perto de sua mesa, e o lia pausadamente com seus alunos, mas sem apontar ou mostrar as imagens nele presentes, supondo que os estudantes a acompanhava na leitura:

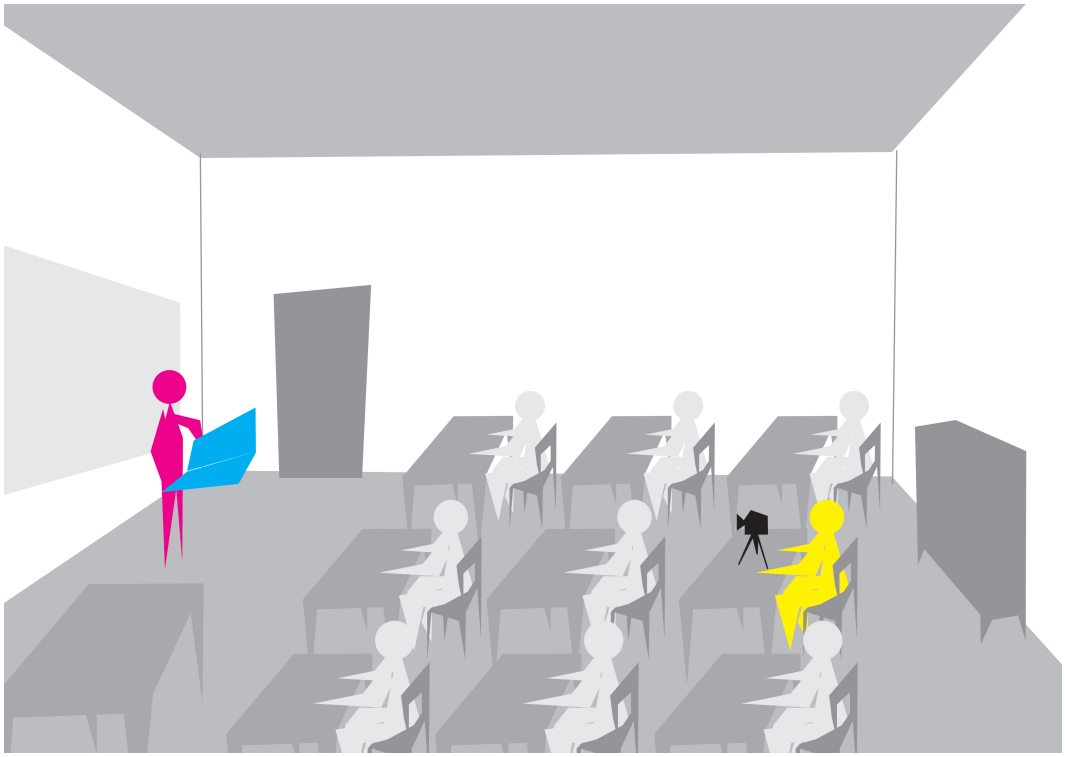


Figura 10: Organização da sala para o uso do LD na segunda parte da aula 4.

Figura 11: Representação dos três estados físicos da água presente no LD.
Fonte: BARROS, C. e PAULINO, W. *Ciências – Física e Química.* 5 ed. São Paulo: Ática, 2012.

Profa.: */.../ Então vamos analisar ó (+) O que será que tá representando essas bolinhas aí em cima das imagens?*

Alunos: *[moléculas] [os átomos] [moléculas de água]*

Profa.: *Muito bem, as moléculas /.../ ((alunos falam juntos)) As moléculas do que?[moléculas deágua] [de oxigênio] De água né??Porque o exemplo aí é água*

Profa.: *Então vamos analisar. A primeira imagem aí mostra a água no estado sólido.*

Aluno: *Gelo*

Profa.: *Muito bem. A segunda mostra a água no estado líquido [[e a terceira no gasoso]] No gasoso. Como está as moléculas da água no estado sólido?((os alunos falam ao mesmo tempo))Como estão aí, analisem a imagem, como é que estão as moléculas?*

Aluno: *Juntas*

Profa.: *Bem juntas. Então a força de atração que elas têm entre elas é muito maior. Como que tá as moléculas de água no estado líquido?*

Alunos: *[Um pouquinho mais em dupla assim, um pouquinho mais separado] [tá mais junta né professora?] [tá mais separado!] /.../*

Profa.: *Vamos ver as legendas abaixo das imagens ó (+)"No estado sólido a força de ligação entre as moléculas é intensa, isso promove a vibração das moléculas em posições fixas". Então a água no estado gasoso as moléculas não conseguem se movimentar elas estão fixas tá? A força de atração entre elas é bem maior. Por isso ela consegue tomar o formato do espaço onde elas estão(+). A água no estado líquido: "em temperatura ambiente a água no estado sólido vai derretendo e se transforma em água no estado líquido". Você pega um gelo lá no congelador, coloca em cima da pia, e deixa lá ele não vai derreter?[vai] Então é água saindo do estado sólido para o estado líquido. /.../ ((neste momento os alunos fazem perguntas como, por que o gelo queima a pele?)).*

Profa.: *E depois ó, "em temperatura ambiente, a água em estado líquido vai se transformando em água no estado gasoso, suas moléculas agora estão mais afastadas e muito mais livres do que no estado líquido. O aumento da temperatura, como mostra na foto, faz com que esta transformação seja bem mais rápida". Então na natureza é comum a água sair do estado líquido e se transformar no estado gasoso, quando? ((os alunos falam ao mesmo tempo)) /.../*

Profa.: *pergunta, como que estão as moléculas de água no estado gasoso? [livres][separadas]Livres. No estado líquido? ((alunos falam ao mesmo tempo)) Lê a legenda! Um pouco junto, um pouco separada também ((rindo))É..Então a vibração entre elas é menor. E no estado gasoso...sólido?[juntas] Muito bem! /.../*

A figura 11 busca representar os estados físicos da água por meio de fotografias e modelo de partículas. A fotografia apresenta aspectos marcadamente existenciais, conferindo-lhe, enquanto signo, caráter indicial em relação ao seu objeto, e sin-signo em seu fundamento, caracterizando um *sin-signo indicial*. O modelo de partículas associado, revela semelhança com a teoria que o precede, conferindo-lhe um caráter icônico em relação ao seu objeto e, legi-sígnico em seu fundamento, por isso é um exemplo de *legi-signo icônico*. Essa imagem, encontrada em diversos materiais didáticos, muitas vezes assume um estatuto de realidade, enfatizado pela presença de elementos como as setas, as quais representam uma ampliação e buscam evidenciar existentes. Martins e Queiroz (2010) propõem uma classificação semiótica da variedade de setas e suas operações permitindo-nos entendê-las funcional e morfologicamente. De acordo com os autores, esse tipo de seta, usada para "ampliação de tamanho" (direciona-se da área macro para área microscópica) é um *legi-signo indexical.* Uma seta, por si só, mantém uma natureza convencional e padronizada, o que revela seu fundamento legi-sígnico. A indexicalidade está associada ao fato de que "Geralmente se utiliza o extremo da seta para exibir o que se pretende evidenciar, mobilizando a atenção do intérprete para o foco que transmite a informação ou que conduz às premissas" (MARTINS E

QUEIROZ, 2010, p. 14). Entendemos que uma alternativa interessante à presença das setas, seria o uso de balões de pensamento, os quais poderiam sair das fotografias e os modelos de partículas ficariam em seu interior, representando uma situação hipotética e não realista. Ainda assim, cabe reiterar que a forma de construção dos conceitos científicos, ou seja, elaborada pelo professor, é essencial.

A compreensão realista proporcionada pela figura 11 é ainda enfatizada pelo próprio texto (legendas) que a acompanha. Nesse caso, a Professora reforçou tal processo ao explorar a imagem por meio apenas da leitura de sua legenda, como mostra a transcrição. Ao fazê-lo e, considerando a imagem como um todo, restringe o efeito produzido pelo signo na mente dos alunos, reduzindo a interpretação do signo à legenda (discurso da Professora). Mais uma vez, o estudo sobre a teoria do interpretante de Peirce mostra-se essencial para o desenvolvimento desta análise e, revela por ora, o caráter *dicente* do signo, uma vez que são *sin-signos indexicais* e *legi-signos indexicais*. Por fim, essa imagem somada à leitura realizada pela Professora pouco contribuem para a construção do conhecimento.

***Aula 9**: Modelos explicativos*

Como mostra o quadro 2, o conteúdo sobre as propriedades dos materiais foi introduzido por meio de um texto aos alunos durante a aula 8. Este texto é proveniente do material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo, volume 1, para 9° ano. Era costume da Professora trabalhar também com o material do Estado, e não só com o livro do PNLD.

Dessa maneira, os alunos copiaram em seus cadernos trechos referentes às propriedades resultantes das interações com forças mecânicas: flexibilidade, elasticidade, tenacidade, dureza e maleabilidade e, com a luz: brilho e cor. Como de costume, a Professora pediu para que alguns alunos explicassem essas propriedades em voz alta e, as repetiu diversas vezes, com a intenção de que decorassem as definições. Na sequência, também se apoiando no caderno do Estado, introduziu os modelos explicativos, escrevendo o seguinte texto na lousa: “Observe atentamente a figura a seguir. Ela representa um modelo do que acontece com as partículas que constituem um metal quando ele é submetido a um impacto”.

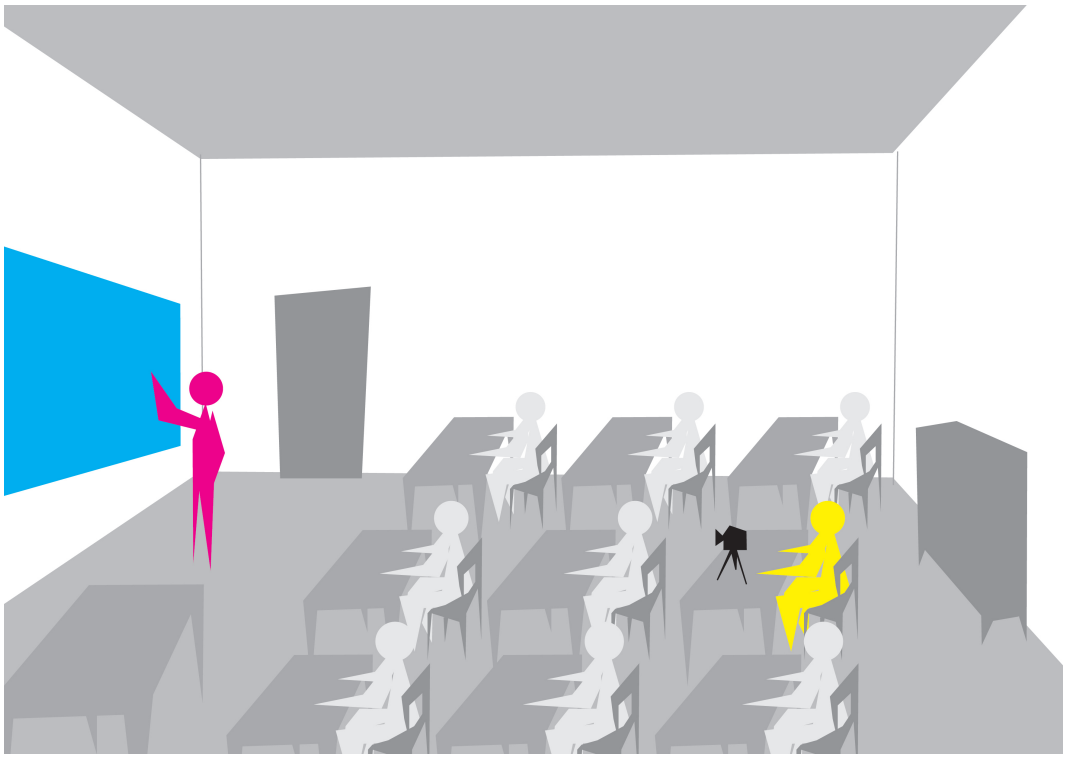


Figura 12: Organização da sala de aula para o uso da lousa na aula 9.

A figura que a Professora se referia está anexada abaixo, a qual também foi desenhada na lousa:

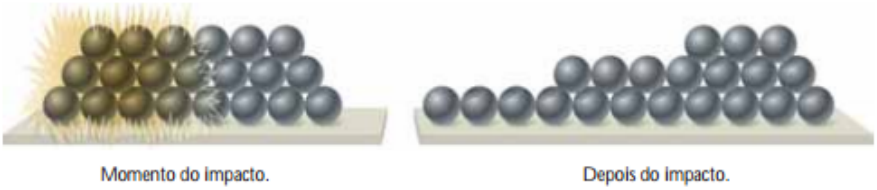


Figura 13: Representações por meio do modelo de partículas.
Fonte: SÃO PAULO. Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo, Caderno do aluno, Ciências, 8ª série/9° ano, v. 1, 2014-2017, p. 13.

Além de ler este trecho e desenhar a figura 13 na lousa, a Professora elaborou a seguinte explicação, cuja transcrição é apresentada a seguir:

Profa.: *Essas propriedades só são possíveis porque os materiais apresentam características das suas moléculas, das suas partículas, então dependendo de como essas partículas estão organizadas, é que vão representar uma dessas propriedades /.../. Esse é o desenho da propriedade da maleabilidade ó ((referindo-se ao desenho da lousa, imagem 5)) eu pus aqui umas partículas, essas partículas sofreram um impacto, e as partículas foram reorganizadas, virou uma chapa, uma lâmina. Tudo bem? Como estão as partículas desse material?*

Alunos: *Juntas*

Profa.: *Todas juntas né? Porque se estivessem separadas o que aconteceria? [Os alunos fazem gestos mostrando a quebra de algo].Talvez se quebraria né? Então agora eu vou passar exercícios, vocês vão fazer..eu vou dar as informações e vocês vão representar as propriedades que está pedindo pelo modelo de partículas, usando as bolinhas, tá bom? Que representam os átomos na verdade. Ok?*

Em seguida, escreveu na lousa exercícios referentes a este desenho, os quais foram copiados pelos alunos:

1. Que propriedade dos materiais o modelo procura interpretar?

2. Nesse modelo, o que acontece com as partículas do metal quando ele é submetido a um impacto?

3. Baseando-se na figura, procure desenhar um modelo para representar o que acontece com o arame quando ele é flexionado.

4. Agora represente, por meio de um modelo, o que acontece quando um giz é quebrado.

5. O que acontece com as partículas de um material quando é riscado por outro? Desenhe um modelo para representar esse processo.

A Professora escreveu a resposta do exercício 3 na lousa para servir de orientação para os alunos, facilitando a resolução dos demais (As resoluções dos exercícios 1 e 2 ficaram explícitas na explicação do modelo). A transcrição deste momento da aula encontra-se a seguir:

Profa.: *Baseando-se nesse desenho, a gente vai representar outras propriedades dos materiais, por exemplo ó, baseando-se na figura, procure desenhar um modelo para representar o que acontece com o arame quando ele é flexionado. Pra mim conseguir*

flexionar o arame como será que são as partículas, as suas moléculas? Será que eles estão bem juntas? Bem separadas? Um pouco separadas? Como será que estão?

Aluno: *Um pouco separadas.*

Profa.: *Um pouco separadas. Se estivessem juntas a gente não ia conseguir flexionar. Então vou desenhar o primeiro aqui ó. Aqui é o arame antes da flexão ((desenhando na lousa)). Veja que suas partículas estão pouco separadas. Como será que a gente encontraria o arame depois da flexão? Como será que eu poderia representar esse modelo? Poderia fazer assim ó ((desenha no quadro um modelo de partículas)). O que foi Renan?*

Aluno: *Não tô entendendo nada disso aí.*

Profa.: *O que você não entendeu Renan?*

Aluno: *Esse negócio de partículas*

Profa.: *Os materiais eles são formados por partículas, depois a gente vai vê melhor o que são os átomos, dependendo de como eles estão, vai dar uma característica para as propriedades dos materiais. Veja como está aqui ó ((apontando para o desenho do arame não-flexionado)), ô Renan eu poderia ter desenhado assim ó, um fio de arame ((desenha apenas uma linha reta)) e um fio de arame flexionado ((desenha uma linha flexionada)). Só que eu desenhei ele com as partículas, pra representar como essas partículas se encontram pra conseguir representar essas propriedades.*

Os desenhos elaborados pela Professora podem assim ser representados, para que o leitor os conheça:

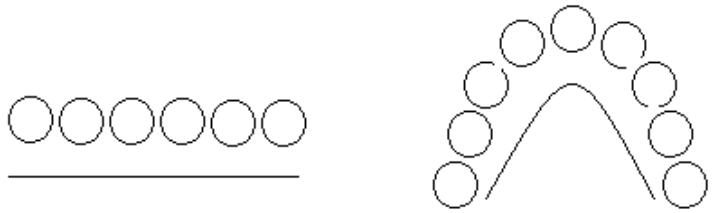


Figura 14: Esquema dos desenhos elaborados pela Professora.

Profa.: *O próximo ó, agora represente por meio de um modelo, que são as partículas, o que acontece quando um giz é quebrado. Eu tô aqui com um giz ((segurando um giz de frente para os alunos)), eu quebro ele ((quebra o giz ao meio)) observou? Vocês vão desenhar isto, mas utilizando o modelo de partículas.*

Assim que terminou sua fala, os alunos já dispersaram um pouco, alguns iniciaram a tarefa, um deles foi até a Professora e simultaneamente um outro aluno a questionou:

Aluno.: *Professora, como é uma partícula, mesmo, de verdade?*

Profa.: *Ah como é de verdade? É só modelo...((a professora então é interrompida por outro aluno que lhe mostra o caderno)).*

Nesse momento, a Professora não finalizou sua resposta sobre a existência das partículas e a questão do modelo para o aluno, pois olhava o caderno daquele aluno que estava em pé e acaba se distraindo. Em seguida começou a olhar alguns cadernos ao andar pela sala.

O tempo restante da aula foi então utilizado para que os alunos resolvessem tais exercícios. Aconteceu que, conforme os alunos terminavam a atividade, a Professora registrava o "visto" em seus cadernos, mas sem conferir de fato se a resolução estava correta. Além disso, ao final da aula, apagou a lousa e não resolveu as atividades juntamente com a classe. O desenvolvimento desta aula revela, portanto, que o processo para produção dos constructos científicos ali necessários (representado pela Figura 3 deste trabalho – Abordagem fenomenológica e semiótica para a produção de constructos científicos) não ficou claro nem para Professora, nem para os estudantes em momento algum. A seguir encontram-se anexados algumas representações feitas pelos alunos:

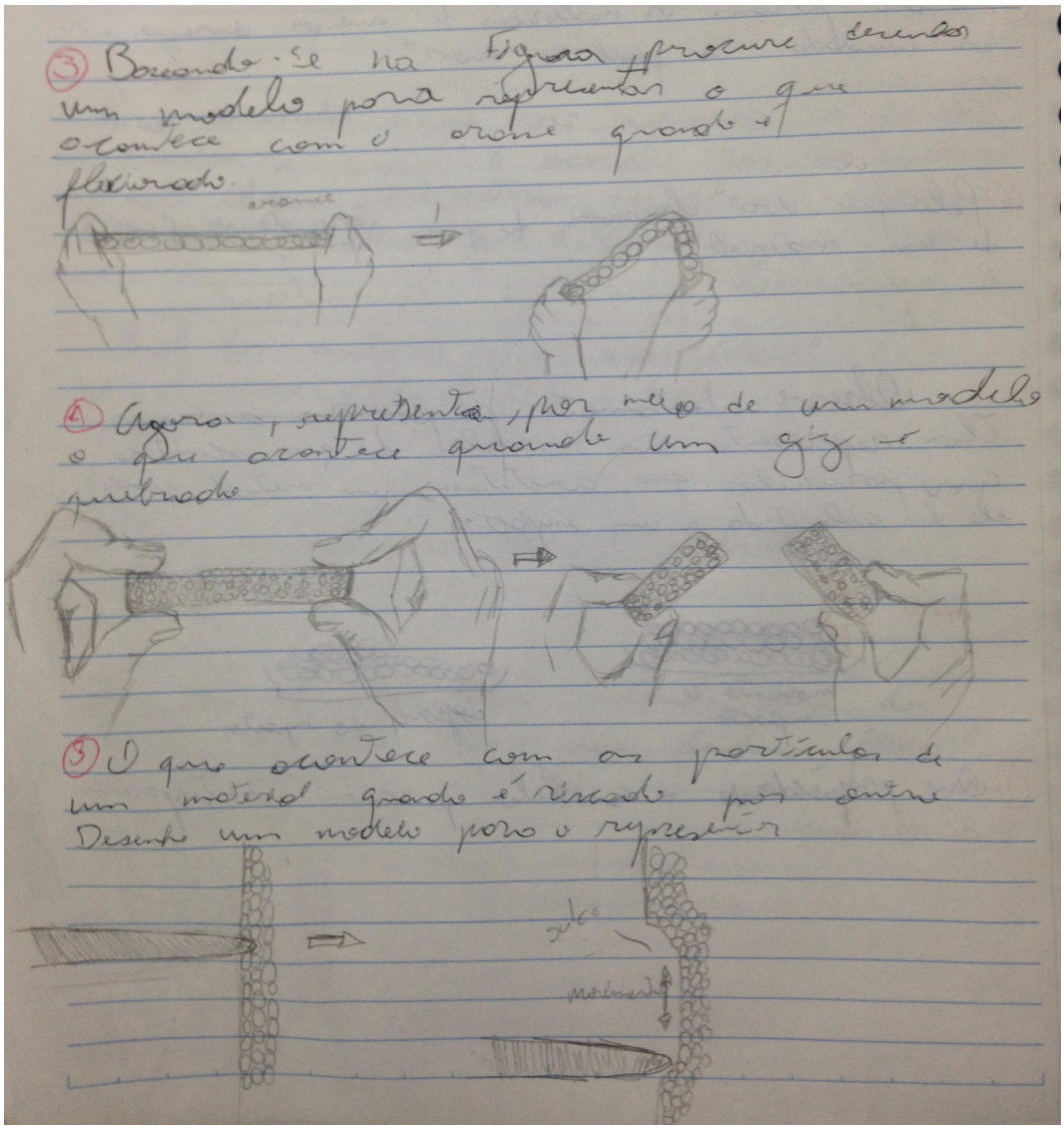


Figura 15: Representações por meio do modelo de partículas elaboradas por um aluno.

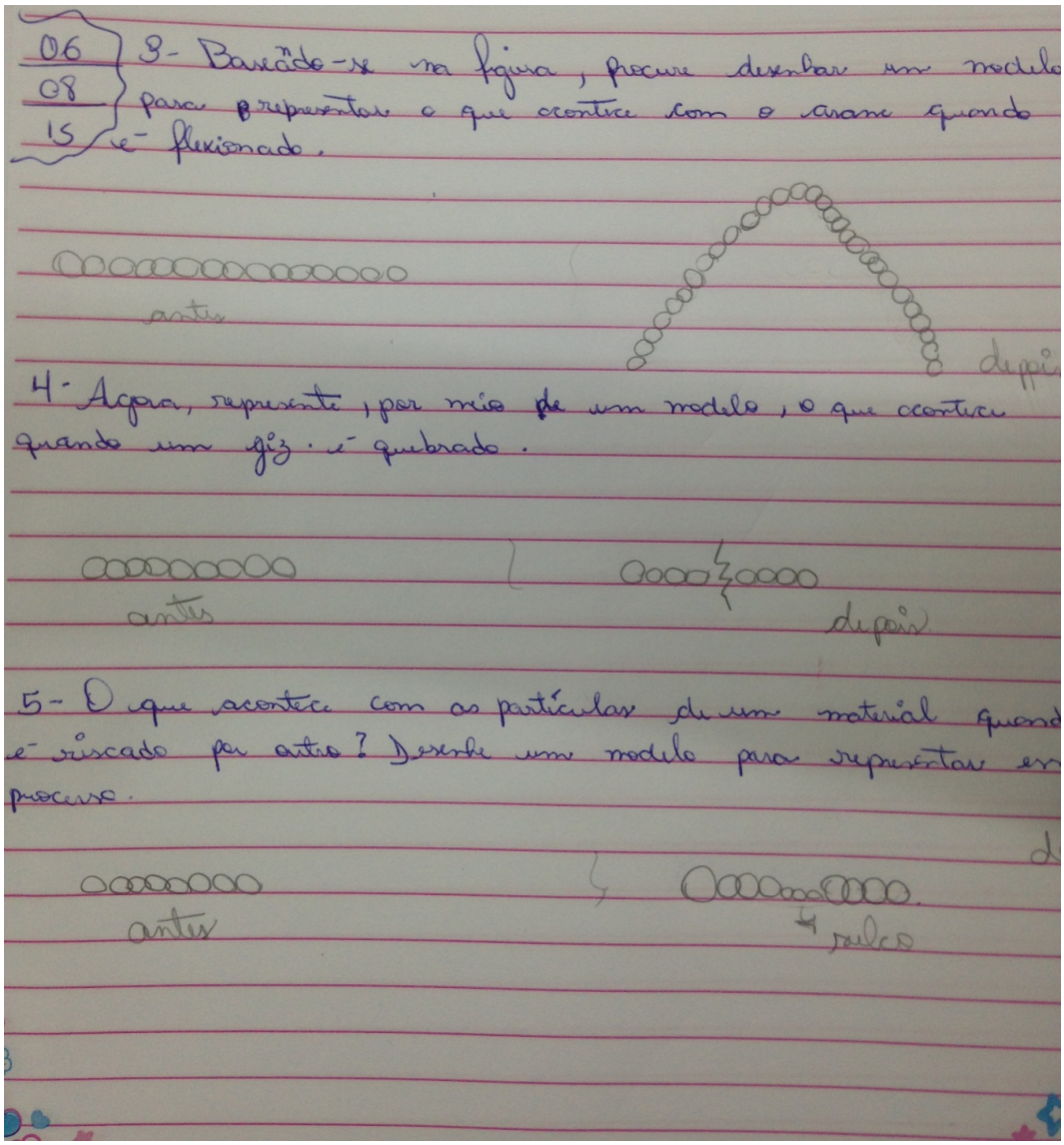


Figura 16: Representações por meio do modelo de partículas elaboradas por um aluno

Observa-se, no último desenho da Figura 16, a evidência de que o aluno acredita na diminuição do tamanho do átomo quando o material é riscado por outro, diferente da concepção do aluno autor da Figura 15. Cabe também destacar que as orientações paras essas atividades, no Caderno do Professor (LD do Estado), revelam etapas muito bem descritas, as quais não foram seguidas pela Professora e tampouco reelaboradas. Além disso, a Professora deixou a desejar em suas explicações em dois importantes momentos no que se referem às dúvidas dos alunos: se as partículas de fato existem e como elas são; e o questionamento

acerca das representações das partículas, momento em que a Professora deu a entender que futuramente, ao conhecer os átomos, o aluno entenderia melhor.

As imagens dos cadernos dos alunos revelam indícios de um entendimento por partículas como substâncias, ou ainda como pedaços de matéria. A Figura 16 nos mostra que o aluno representa uma linha única de partículas para os três exemplos (seguindo o exemplo da Professora) e atribui propriedades das substâncias às partículas, uma vez que elas têm seu tamanho diminuído ao ser riscado por outro material, ou seja, compacta-se como se compacta um material qualquer. Um pouco diferente deste aluno, a Figura 15 apresenta várias camadas de partículas e representa um deslocamento destas quando o material é riscado, e não uma deformação.

Do ponto de vista da semiótica, em se tratando de um modelo de partículas, por revelar semelhanças com a teoria que o precede, prevalece o caráter icônico em relação ao seu objeto e, legi-sígnico em seu fundamento, categorizando-se como *legi-signo icônico*.

É essencial esclarecer que o que se assume como objeto desse signo é a teoria que o precede e não a partícula em si, enquanto existente e real. Por outro lado, entende-se também, que a semelhança não pode ser reduzida apenas à teoria, pois toda teoria traz aspectos da realidade, e se não fosse assim tratada, não teria razão de ser. A realidade que aqui destacamos é o fato da partícula ter alguma existência discreta, percebida, por exemplo, por meio de dados espectroscópicos, os quais seriam tratados como índices do objeto e o associaríamos a um compromisso ontológico realista. Em outras palavras, a representação por pequenas esferas, é ícone dessa existência discreta da partícula, sem excluir o fato de que efetivamente não se trata de uma "bolinha" ou nem se quer se parecer com uma. Mas o átomo tem qualidades que em algum nível lhe confere um caráter discreto e é essa qualidade que está sendo representada pela "bolinha", conferindo-lhe caráter icônico, e não somente a teoria que o procede.

No entanto, durante esta atividade não houve construção de argumentos para que os estudantes compreendessem de fato um *legi-signo icônico*, ou seja, por que o modelo é convencionalmente assim constituído. Por esse motivo, a imagem, ainda que elaborada pelos alunos, não cumpre seu papel representacional e didático, caracterizando um exercício meramente de cópia e repetição.

As dificuldades para se entender os modelos podem ainda ser consideradas análogas às dificuldades para compreender a definição de química por meio da leitura do dicionário na primeira aula: ora, sem um repertório necessário para tal entendimento, não há a completude

dos processos semióticos para que se chegue onde se deseja. As palavras do dicionário não são suficientes para que se compreenda o significado da ciência química, assim como as representações das partículas tais como foram abordadas, não geram significado porque não há interpretantes que levem a semiose adiante.

Nas aulas seguintes estudou-se as substâncias e misturas (aula 10), os alunos apresentaram trabalhos com experimentos demonstrativos sobre os métodos de separação de misturas (aula 11) e, durante a aula 12 foi aplicada uma prova de Matemática como avaliação da Município. Somente a aula 13 apresentou dados passíveis de análise semiótica de imagens fixas e está descrita a seguir.

***Aula 13**: Modelos atômicos*

Para o ensino dos modelos atômicos a Professora baseou-se no Caderno do aluno do Estado de São Paulo. Escreveu na lousa um texto retirado da página 41 deste material (Figura 18), o qual menciona o modelo proposto por Thomson e o modelo aceito atualmente.

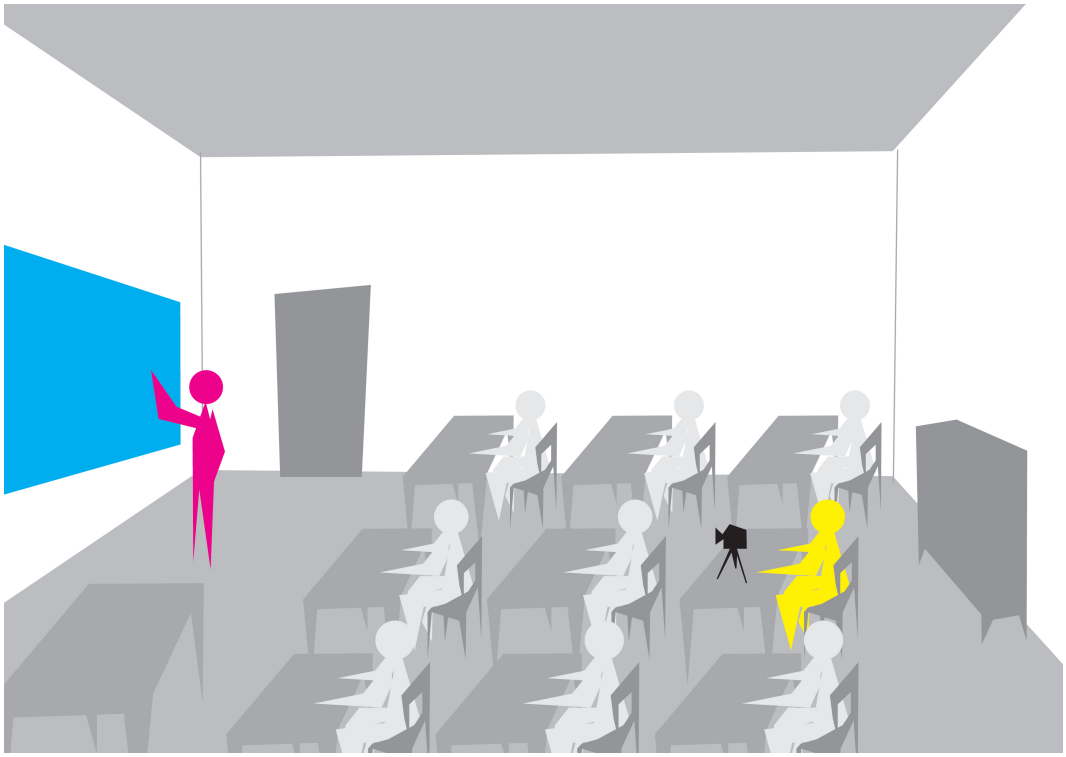
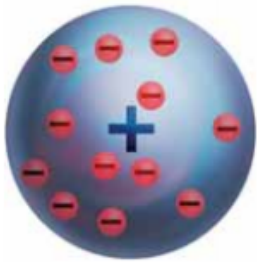


Figura 17: Organização da sala de aula para o uso da lousa na aula 13.

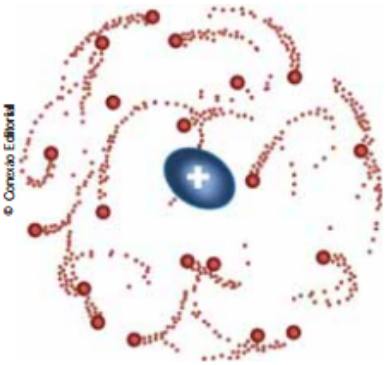
Leitura e Análise de Texto

Imaginar que as substâncias são compostas de minúsculas esferas não explica por que a corrente elétrica é conduzida por alguns materiais e não por outros. É preciso modificar este modelo.



Entre as modificações necessárias, está a inclusão de cargas elétricas nessas minúsculas esferas, uma vez que a corrente elétrica é resultante do movimento de cargas elétricas.

O primeiro modelo para o átomo que incluiu cargas elétricas foi proposto em 1898 por J. J. Thomson. Segundo esse modelo, o átomo seria uma esfera maciça de carga positiva sobre a qual estariam aderidas partículas de carga negativa, como ilustra a figura ao lado.



Atualmente, acredita-se que os átomos apresentam duas regiões distintas: um **núcleo** muito pequeno, maciço e dotado de carga elétrica positiva, ao redor do qual movimentam-se continuamente partículas de carga elétrica negativa, chamadas elétrons, formando a região do átomo conhecida como **eletrosfera**. A figura ao lado ilustra esse modelo para o átomo.

Esse modelo permite explicar como os átomos dos diferentes elementos químicos se combinam formando as substâncias. Essas combinações são resultantes de forças de atração elétrica.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola.*

Figura 18: Texto utilizado pela Professora.
Fonte: SÃO PAULO. Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo, Caderno do aluno, Ciências, 8ª série/9° ano, v. 1, 2014-2017, p. 41.

Na lousa, a Professora o escreveu na íntegra e também ilustrou os modelos. No entanto suas representações foram as seguintes:

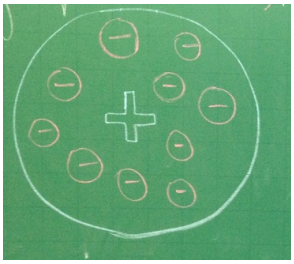


Figura 19: Ilustração feita pela professora na lousa referente ao modelo de Thomson.

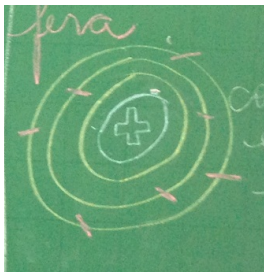


Figura 20: Ilustração feita pela Professora na lousa referente ao modelo atual do átomo.

A figura 20 revela um grave engano em relação à representação do modelo atômico atualmente aceito (de acordo com o texto que a acompanha). A Professora a fez de acordo com o modelo proposto por Bohr, o qual considera que os elétrons estão circulando em órbitas em torno do núcleo, o que sequer foi mencionado no texto. Cabe ressaltar também que as orientações desta atividade no material utilizado diferem daquelas seguidas pela Professora. O Caderno do Professor propõe, em uma primeira etapa, a construção de uma pilha na qual se introduz um giz e em seguida uma moeda e um clipe no polo positivo e se observa a presença (ou não) de corrente elétrica. Este procedimento é seguido pela segunda etapa, na qual o professor é orientado a questionar os alunos sobre a diferença de condutibilidade supondo que os átomos que constituem as substâncias são pequenas esferas. O objetivo é levar os alunos a perceberem que são necessárias modificações nesse modelo para que seja possível explicar essa propriedade, como a inclusão de cargas elétricas nessas minúsculas esferas. Somente então o modelo de Thomson seria apresentado, conforme a ilustração. Em uma terceira etapa, é sugerido ao professor trabalhar com o modelo atômico atual, o qual permite explicar que as combinações entre átomos de diferentes elementos são resultantes da força de atração elétrica e, o experimento é então retomado em termos do movimento de elétrons para gerar corrente elétrica, diferenciando materiais bons e maus condutores.

No entanto, a Professora trabalhou apenas com a leitura e uma breve explicação do texto. Não se trata de esperar que um professor siga fielmente as instruções de materiais didáticos, mas de considerar o processo formativo da Professora e sua insegurança em lecionar o conteúdo de química, portanto o material, que poderia ser um respaldo interessante, foi negligenciado. Para melhor entendermos o desenvolvimento desta aula, apresenta-se abaixo a transcrição da explicação da Professora realizada após os alunos copiarem o conteúdo escrito na lousa:

Profa.: *Então pessoal, ó, essa ideia de que a matéria é composta por partículas ainda menores não é algo novo, sempre veio tendo essa ideia tá? O primeiro cientista que fez experimentos e chegou a conclusão de que a matéria era composta por uma partícula muito pequena, maciça e indivisível, foi um cientista chamado de Dalton, tá? Ele acreditava assim, que a matéria era composta por partículas ainda menores chamadas de átomos e que essas partículas eram indivisíveis. Dependendo da matéria, esse átomo seria de algum tamanho, tá bom? Depois, um outro cientista chamado de Thomson, em 1898, ele tinha poucos equipamentos mas ele conseguiu fazer um experimento e ele chegou a conclusão que o átomo não era apenas uma esfera maciça indivisível como Dalton acreditava. Ele conseguiu descobrir, foi o primeiro cientista a descobrir as partículas negativas no átomo, chamadas de ((apontando para a escrita no quadro)) elétron. Tá? Então ele chegou à conclusão que o átomo ele era uma esfera, composta de cargas positivas e negativas junto. Vocês podem encontrar em alguns livros, eles chama esse modelo de pudim de uvas passas, depois eu vou mostrar nos slides pra vocês. Ele imaginava assim, um pudim de uvas passas, era um modelo que tinha algumas partículas negativas ali naquela esfera ((apontando para o desenho da lousa)). Depois foi passando o tempo, e veio um outro cientista chamado de Rutherford, ele propôs esse modelo que é o que nós aceitamos hoje, a comunidade científica aceita. Que o átomo ele é uma partícula divisível, eu consigo dividir em partículas ainda menores, chamadas de prótons, nêutrons e elétrons. Esse é o modelo aceito hoje /... que o átomo ele é composto por um núcleo positivo rodeado por algumas esferas chamadas eletrosfera e nessas eletrosferas tem as cargas negativas, tá? Nesse modelo a gente pode entender por que existem tantas substâncias hoje no universo, porque esses elétrons que estão na eletrosfera podem se combinar com outros átomos e formar substâncias. Ok? /.../*

Percebeu-se, por meio de sua explicação, o ensino raso sobre a evolução dos modelos atômicos e, principalmente a falha ao tratar sobre o que é aceito atualmente. A Professora não mencionou o modelo de Rutherford-Bohr e isso não seria um problema se ela não o tivesse representado. No momento em que o fez e o avaliou atual, considerou a existência de órbitas precisas, desconsiderando a ilustração do material – à qual os alunos não tiveram acesso–, e o modelo da mecânica quântica – ainda que seu estudo demande conhecimentos avançados, poderia o ter mencionado, principalmente em resposta à pergunta do aluno.

Mais uma vez, evidenciou-se que a apresentação desses signos e a simples leitura do texto não contribuíram para um processo de significação, nem para os estudantes nem para própria Professora. À luz da teoria semiótica, entendemos que para se ter acesso ao objeto em si, a mente do intérprete que o interpretante do signo poderá – ou não – atingir, deve recorrer além do próprio objeto e do interpretante imediato, a um repertório que está fora do signo

(mas que faz parte do seu contexto), o qual a Professora, aparentemente, não tinha acesso, para que pudesse contribuir para um melhor entendimento do conteúdo.

Entendemos ainda que estas representações são *legi-signos,* pois um modelo atômico é um signo convencional, cujo objeto é representado em virtude de seus caracteres próprios e apresenta semelhanças com a teoria que o precede, portanto trata-se de um *ícone,* caracterizando-se como um *legi-signo icônico.*

Percebeu-se, por meio do acompanhamento destas aulas, não somente aspectos semióticos pertinentes à pesquisa, mas sim problemas no processo de desenvolvimento da disciplina. Das 14 aulas assistidas, designadas ao conteúdo de química, 8 foram de fato ministradas ou tiveram algum conteúdo trabalhado. Como apresentado no Quadro 2, foram diversos os motivos: feriados, viagens, avaliações, ausência da Professora e até mesmo momentos para que os alunos tirassem fotos para a formatura. Tudo isso nos faz repensar a importância dada ao tempo, o planejamento, à extensão do currículo, e até mesmo o interesse em ensinar ou aprender. Reitera-se, portanto, todas essas constatações, somadas ao que se explorou em relação ao uso de recursos imagéticos em sala de aula, como possíveis caminhos para novas pesquisas.

Capítulo 4
Considerações e perspectivas

A observação das aulas, durante os seis meses de coleta de dados, permitiu vivenciar a rotina e a realidade das aulas de ciências de uma unidade escolar específica. As características marcantes desse processo foram, infelizmente, a má organização do tempo de aula e a formação básica insuficiente da Professora de ciências no que se refere ao conteúdo de química. Este fator certamente corrobora para o primeiro, uma vez que durante as aulas de biologia (lecionadas nos primeiros meses do ano) não foi identificado esse problema. Conforme exposto na introdução deste trabalho, a fragilidade do currículo no que se refere à formação do professor especialista está na falta de articulação entre as disciplinas de formação específica e a formação pedagógica, fato este confirmado pela Professora, ao afirmar seu conhecimento básico de química e de física e sua preferência pela última ciência. Ora, a Professora, por não dominar conteúdos químicos, não se sente segura ao ensiná-los, o que inevitavelmente acaba por influenciar sua forma de condução das aulas. Cabe, entretanto, ressaltar que condições de trabalho inadequadas são proibitivas de qualquer melhoria, uma vez por exemplo, que a Professora lecionava 46 aulas semanais. São problemas, portanto, sociais que englobam políticas públicas e a questão da carreira do professor, e jamais pessoais. É preciso constar todos esses problemas, cercados de questões salariais: quanto se recebe por aula? Por que é preciso lecionar 46 aulas? Questões temporais: Onde a Professora mora? Onde ficam as escolas que ela leciona? E questões de planejamento: As 46 aulas são iguais? Quando a Professora consegue se organizar para lecioná-las?

Um ponto que muito chamou atenção foi o uso do LD e da apostila do estado. Percebeu-se a tentativa da Professora em realizar as atividades propostas pelos materiais didáticos, embora não se aproprie delas de fato, implicando superficialidade e inexistência de uma sequência didática bem definida como observado, por exemplo, durante a discussão sobre o modelo de partículas. Ao questioná-la sobre a seleção e sequência do conteúdo de química para o ano letivo, sua justificativa foi que diante do interesse dos estudantes em ingressarem nas escolas técnicas do município, sua seleção condiz com o conteúdo exigido nas provas dessas instituições.

Quanto à seleção de imagens como recurso didático, a Professora revelou que utilizava aquelas encontradas no material de apoio ou realizava buscas na internet, como o caso dos slides apresentados na primeira aula de química. Buscou-se na teoria peirceana, compreender

a forma de comunicação do conteúdo químico na sala de ciências, considerando estas estratégias de comunicação escolhidas pela Professora, que foram majoritariamente caracterizadas sin-signos e legi-signos em seu fundamento. O quadro a seguir resume as categorias semióticas identificadas nas representações analisadas:

Quadro 3: Classificação semiótica para as representações analisadas.

Signo	**1ª tricotomia**	**2ª tricotomia**
Descrição da palavra química	Legi-signo	símbolo
Fotografias dos estados físicos da matéria	Sin-signo	índice
Fotografia do LD	Sin-signo	índice
Representações simbólicas dos átomos e moléculas	Legi-signo	símbolo
Representação do LD das mudanças de estados físicos	Sin-signo	índice
Modelos explicativos	Legi-signo	ícone

O processo semiótico instaurado nas aulas analisadas nos permitiu compreender a necessidade de valorizar não só as representações em si, mas a mediação a ser desenvolvida, que muitas vezes toma a realidade molecular como causa dos fenômenos e não uma explicação possível para eles. Em outras palavras, buscou-se não só identificar as categorias semióticas nas imagens, como mostra o quadro, mas considerar a tríade signo, objeto e discurso da Professora. Percebeu-se, por exemplo, que o signo na presença de um intérprete (a Professora) passou por uma inversão: de índice do comportamento macroscópico da matéria, em índice do comportamento das partículas, que passam a ser existentes concretos. De maneira geral, percebeu-se a falta de clareza acerca dos objetos sob discussão e, a presença de concepções realistas uma vez que se atribuiu existência concreta a objetos que possuem, essencialmente, caráter explicativo e hipotético. Fato este observado, por exemplo, durante a discussão sobre os estados físicos da matéria: a fotografia como signo, índice do comportamento macroscópico da matéria, converteu-se, no slide apresentado, no discurso da Professora e no LD, em índice do comportamento das partículas, ou seja, os construtos teóricos passam a ser existentes concretos. Nas demais análises das imagens fixas utilizadas nas aulas também se observou uma leitura rasa por parte da professora, justificada, na entrevista, pela ausência desse exercício em sua formação.

Uma situação especialmente marcante, foi o modo como a Professora trabalhou as definições de átomos e moléculas em uma das aulas descritas, por meio de representações

simbólicas. Tal situação, mostrou-se oportuna para análise do processo semiótico instaurado naquele momento, apresentando-nos a necessidade de trabalhar a questão dos interpretantes da teoria peirceana para que tal processo seja de fato esclarecido. Por isso, embora não fizesse parte dos objetivos desta pesquisa, o estudo acerca dos interpretantes mostrou-se relevante para que as análises semióticas propostas fossem completas, já que é considerado uma propriedade objetiva que o signo possui em si mesmo, ou seja, é gerado pelo signo independente de um ato interpretativo. Em outras palavras, a interpretação de um signo por uma pessoa nada mais é do que um ato de observação do interpretante que o signo é capaz de produzir. Para as análises apresentadas no presente estudo, o interpretante pode ser relevante no sentido de explorar a ideia gerada numa mente interpretativa, ideia esta que atuará como signo na continuidade do processo de interpretação. Por isso é fundamental conhecer esse processo de conversão do interpretante a outro signo, esclarecendo a passagem do interpretante por três estágios: imediato, dinâmico e final. O primeiro relaciona-se ao efeito que se espera que um signo produza, enquanto o final consiste no modo pelo qual toda mente agiria ao signo. Já o efeito efetivamente produzido por um signo num ato de interpretação é chamado de interpretante dinâmico e ainda pode ser subdividido em uma outra classe triádica: interpretante emocional, energético e lógico, sendo esse último essencial para revelar, na pesquisa aqui apresentada, como se deu a construção do conhecimento em determinados momentos a partir de uma imagem, já que pode ser entendido por um hábito de ação que pode ser expresso em palavras. Somado ao que foi proposto inicialmente, o estudo acerca da terceira tricotomia peircena (relação do signo com seu interpretante) tornou-se crucial, principalmente diante do fato de que o signo pode ter seu processo interpretativo interrompido em qualquer um dos momentos de geração do interpretante, o que esclarece diversas situações descritas nesta pesquisa.

No entanto, cabe destacar que a dificuldade em trabalhar com imagens é um problema anterior a ausência dessa prática na formação de professores, e atinge também alunos e elaboradores de materiais didáticos. Algumas reflexões tornam-se passíveis de pesquisa, quando, por exemplo, se questiona a possibilidade das aulas de artes (se é que elas existem) serem planejadas para que os alunos desenvolvam habilidades, como o exercício de abstração (e representação), que possam colaborar para a aprendizagem de outras disciplinas. Com isso, os desenhos elaborados pelos alunos poderiam ser melhores? Quanto aos professores em formação: eles têm oportunidade de aprender a representar a química? Ou ainda: considerando que um químico apesar de todo seu conhecimento, não tem habilidades para

elaborar imagens, e que um profissional de arte apesar de todas suas habilidades não tem embasamento teórico de química, quem elabora e/ou escolhe as imagens de um livro didático? As editoras contam com especialistas em ilustrações? Acreditamos que todos esses questionamentos e possibilidades são interessantes como possíveis desdobramentos a serem seguidos em novas pesquisas.

Bibliografia

AMARAL, E. M. R. & MORTIMER, E. F. (2011) Uma metodologia para análise da dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: GRECA *et al. A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias.* 2. ed. Injuí: Editora Injuí, 440 p.

ARAÚJO NETO, W. N. *Formas de uso da representação estrutural no ensino superior de química.* 2009. 228 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2009.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos.* Portugal: Porto Editora, 2006.

BELTRAN, M. H. R. *Imagens de magia e de ciência*: *entre o simbolismos e os diagramas da razão*. São Paulo: EDUC, 2000.

Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998. 138 p.

GATTI, B. A.**,** NUNES, M. M. R. *Formação de professores para o ensino fundamental: estudo de currículos das licenciaturas em pedagogia, língua portuguesa, matemática e ciências.* São Paulo: FCC/DPE, 2009

GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. *Ciência e senso comum: entre rupturas e continuidades.* Cad. Bras. Ens. Fís., v. 27, n. 1, p. 115-135, 2010.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. *Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos*. Química Nova na Escola, v. 35, n. 1, p. 19-26, 201.

GOMES, H. J. P; OLIVEIRA O. B. *Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo*. Ciências & Cognição, v. 12, p. 96-109, 2007.

JOLY, M. *Introdução à análise da imagem*. 11 ed. Campinas: Papirus, 2008.

KIILL, K. B. Caracterização de imagens em livros didáticos e suas contribuições para o processo de significação do conceito de equilíbrio químico. 2009. 278 p. Tese (Doutorado em

Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

KINALSKI, A. C.; ZANON, L. B. *O leite como tema organizador de aprendizagens em Química no Ensino Fundamental.* Química Nova na Escola, n.6, 1997.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M, E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 11ª reimpressão. São Paulo: EPU, 2008.

LEMES, A. F. G.; SOUZA, K. A. F. D. de; CARDOSO, A. A. *Representações para o processo de dissolução em livros didáticos de Química: o caso do PNLEM*. Química Nova na Escola, v. 32, n. 3, p. 184-190, 2010.

LIMA, V. M. M. *Formação do professor polivalente e os saberes docentes: um estudo a partir de escolas públicas*. São Paulo, 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

LOPES, A. C. *Currículo e epistemologia.* Injuí: Ed. Injuí, 2007, 232 p.

MARTINS, A. P.; ABREU-BERNARDES, S. T. *O conceito de obstáculo epistemológico de Gaston Bachelard.* Revista Encontro de Pesquisa em Educação Uberaba, v. 1, n.1, p. 1, 2013.

MARTINS, L; QUEIROZ, J. Morfologia para setas em livros didáticos: uma abordagem semiótica. *Arcos design,* v. 5, n. 2, p. 2-16, 2010.

MILARÉ, T. *Ciências na 8ª série: da Química disciplinar à química do cidadão.* Tese (Mestrado - Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

MILARÉ, T.; ALVES-FILHO, J. P. *A Química Disciplinar em Ciências do 9º Ano.* Química Nova na Escola, vol. 32, n. 1, 2010a.

MILARÉ, T.; ALVES-FILHO, J. P. *Ciências no nono ano do ensino fundamental: da disciplinaridade à alfabetização científica e tecnológica.* Revista Ensaio, v.12, n.02, p.101-120, 2010b.

MORI, R., CURVELO, A. A. S. *Química no Ensino de Ciências para séries iniciais: uma análise de Livros Didáticos.* Ciência e Educação, v. 20, n. 1, p.243-258, 2014.

PEIRCE, C.S. *Semiótica*. 4 ed. São Paulo: Perspectiva, 2010.

_____. *The Collected Papers.* HARTSHORNE, C.; WEISS, P.; BORKS, A. (Ed.) Cambridge: Harvard University Press, 1931-1958.

PESSOA JUNIOR, O. O realismo e positivismo. In. _____. *Conceitos de física quântica.* São Paulo: Livraria da Física, 2003, p. 99-105.

QUEIROZ, J. *Classificações de signos de C. S. Peirce – de 'On the logic of Science' ao 'Syllabus of certain topics of logic'*. Trans/Form/Ação, São Paulo, 30(2), 2007.

QUEIROZ, J; EL-HANI, C. N. *Semiotic modelling of biological processes: an introduction to Peircean semiotics.* Toronto: Semiotics Institute Online, 2008.

SASSERON, L. H. *Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula*. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

São Paulo. Secretaria Municipal de Educação. *Orientações curriculares e proposição de expectativas de aprendizagem para o Ensino Fundamenta - ciclo II: Ciências Naturais*. Secretaria Municipal de Educação – São Paulo: SME / DOT, 2007, 160p.

São Paulo. Secretaria da Educação. *Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias* / Secretaria da Educação. 1ª ed. atual. São Paulo: SEE, 2011.152 p.

SANTAELLA, L. *O que é semiótica?* São Paulo: Brasiliense, 1983.

_____.*A teoria geral dos signos: como as línguas significam as coisas.* São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

_____.*Leitura de imagens.* São Paulo: Editora Melhoramentos, 2012.

_____. *Matrizes da linguagem e pensamento: sonora visual verbal.* 3ª ed. São Paulo: Iluminuras, 2013.

SCALCO, K. C. *Estudo das representações sobre ligações químicas nos livros didáticos e suas contribuições para o processo de aprendizagem.* Alfenas, 2014.180 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2014.

SILVA, A. F. *Interações discursivas e o uso de imagens em uma sequência multimodal de ensino sobre a água nos anos iniciais do ensino fundamental.* Belo Horizonte, 2012. 187 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SILVA, G. S., BRAIBANTE, M. E. F., PAZINATO, M. S. *Os recursos visuais utilizados na abordagem dos modelos atômicos: uma análise nos livros didáticos de Química.* Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 13, n. 2, 2013.

SOUZA, K. A. F. D., PORTO, P. A. *Interação, interpretação e representação: análise semiótica de obstáculos textuais e imagéticos presentes em livros didáticos de química.* IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013. Atas.

SOUZA, K.A.F.D.; *Estratégias de comunicação em química como índices espistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX.* São Paulo, 2012. 189 p. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SOUZA, P. H. *Epistemologia e cultura no ensino de física: desvelando os conceitos de tempo e espaço.* São Paulo, 2014. 377 p. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ZUTIN, K.; OLIVEIRA, J. K. *Investigando componentes presentes no leite em uma atividade interativa.* Química Nova na Escola, n.25, p.3942, 2007.

Apêndice 1

Transcrição da entrevista realizada com a professora no dia 17 de setembro de 2015.

P: pergunta da pesquisadora.

R: resposta da professora.

P: Como foi sua formação em relação ao ensino de química e física durante a licenciatura em Biologia?
R: *Boa*
P: Foi boa?
R: *Foi ótima...*

P: Então você poderia citar o que foi positivo e negativo em relação essas duas ciências no que se refere a sua formação?
R: *O que foi positivo e negativo...vamos pensar...*
P: *[...]*é que pensando, você fez biologia, mas teve que aprender física e química..
R: *É eu tive um ano e meio de física e um ano e meio de química, foi o suficiente só pra ensino fundamental mesmo. Pra dar aula em ensino médio eu acho que não tenho uma formação necessária não. Eu vi o básico, o básico da química e o básico da física.*

P: E em relação as dificuldades então, pra ensinar física ou química, quais são?
R: *Eu acho mais fácil ensinar ciências do que ensinar química. É a minha formação mesmo, é o que eu gosto de verdade.*

P: E quando você encontra alguma dificuldade, o que você faz?
R: *Estudo por fora. Tem que preparar tudo, todas as aulas.*

P: Por que percebe mais facilidade com o conteúdo de Física?
R: *Porque eu gosto mais de cálculo.*
P: Então é por causa do cálculo. Se fosse um conteúdo mais avnaçado, a química teria cálculo também, mas é esse comecinho que é complicado?
R: *É..a parte de cálculo da química eu gosto...mas o básico não.*

P: E quais são os objetivos de ensinar química e física no ensino fundamental?
R: *Preparar eles para o ensino médio.*

P: E como você como seleciona os conteúdos? Já que no livro é bem extenso né? A química e a física..como você escolhe?
R: *Então, como eles sempre querem fazer a prova para as escolas técnicas eu seleciono aquilo que eu vejo que pede nessas provas, os conteúdos mais básicos.*

P: E a metodologia que você escolhe, segue o livro?
R: *Livro, apostila do Estado...*

P: E em relação às imagens, o que você acha que é o papel delas? Uma ilustração, uma foto...
R: *Ah eu acho que ajuda eles a gravar melhor. Ajuda a gravar o conteúdo.*

P: Como seleciona as imagens?
R: *Uso algumas do livro e pego algumas do Google® mesmo, e projetar [no data show].*

P: Você teve alguma experiência com imagens na sua formação, na faculdade? O professor costumava usar imagens?
R: *Não..em física sim. Em química não.*

P: Então você não se lembra de nenhum trabalho que você aprendeu a usar imagem, a ler essa imagem?
R: *Eu lembro que ele usou mais imagens desses cientistas mesmo que estudou os modelos atômicos, até porque na época não tinha data show nem nada né, era retroprojetor que tinha...usava bem pouco.*
P: Então você nunca aprendeu a usar uma imagem para o ensino...
R: *não..*

P: E a última, pra fechar, como você avalia o uso que faz e fez das imagens pra eles, durante as aulas aqui no 9°B?
R: *Ah eu avalio que foi positivo.*

Apêndice 2

Mapas de episódios das aulas analisadas (aulas 1, 4, 9 e 13, conforme apresentadas no quadro 2).

Aula 1 – Introdução à Química										
Ep.	**Tempo inicial**	**Duração**	**Formas de Interação**	**Recursos Materiais**	**Fases da Atividade**	**Posição dos Participantes**	**Ações**		**Tema**	**Observações**
							Professora	**Alunos**		
0	00:00	08:10	___	___	Preparando-se para a aula	___	Falando de sua mesa	Sentados	Preparando-se para a aula	A professora explica que há somente 21 LD, por isso terão que trabalhar em duplas e não poderão levá-lo para casa.
	00:44		___	___	Preparando-se para a aula	___	Abrindo os LD	Ajudam a professora	Preparando-se para aula	
	04:05 até 8:10		___	___	Preparando-se para a aula	___	Preparando o data show	Sentados	Preparando-se para aula	A professora leva muito tempo até conseguir ligar e deixar pronta a apresentação, por isso desliguei a câmera e retornei a gravação quando a aula de fato começou.
1	00:00	12:10:00	Professora-classe	Data show	Desenvolvendo o conteúdo	Todos de frente para o quadro de projeção	Exposição do conteúdo do slide	Prestam atenção	O que é Química	Alguns alunos respondem o que é Química
	01:56		Professora-classe	Dicionário	Aluno distribui dicionários para os colegas	mesa dos alunos	Pede para que procurem o significado de Química no dicionário	Recebem o dicionário	O que é Química	

	02:40		Professora-classe	___	Recado da professora	mesa dos alunos	Explica sobre um bingo da tabela periódica que será realizado no fim do bimestre	Prestam atenção	O que é Química	A professora está sentada em uma cadeira no meio da classe, poranto entre os alunos, manipulando o data show.
	03:53		Aluno-classe	Dicionário	Leitura do significado da palavra Química por uma aluna	mesa dos alunos	Sentada; Ouvindo o aluno	Sentados lendo o dicionário	O que é Química	
	05:10		Professora-classe	___	Exposição da professora	mesa dos alunos	Explicando	Prestam atenção	O que é Química	A professora mostra por meio dos slides e dicionário a definição da Ciência Química. Os alunos copiam os slides.
	06:10		Professora-classe	Data show	Apresentação dos slides	Todos de frente para o quadro de projeção	Explicando	Prestam atenção e anotam	O que é Química	
2	12:10	09:53	Professora-classe	Data show	Apresentação dos slides	Todos de frente para o quadro de projeção	Explicando	Prestam atenção e anotam	A matéria	Interação com os alunos
	25:11		Professor-classe	Data show	Apresentação dos slides	Todos de frente para o quadro de projeção	Explicando	Prestam atenção	Estados físicos da matéria	Há fotografias nos slides.
3	27:02 ate 28:55	01:53	Professor-classe	Data show	Apresentação dos slides	Todos de frente para o quadro de projeção	Explicando	Prestam atenção	Modelos atômicos	A professora termina aqui a visão geral do conteúdo.

4	00:00	6:16:00	Professor-classe	___	Preparando-se para aula	Frontal	Organizando a sala	Voltam aos seus lugares	Preparando-se para aula	Transição do uso do data show para realização da aula tradicional.
	01:45		Professor-classe	LD	Exposição da professora	Frontal	Explicando	Prestam atenção	Apresentação da tabela periódica e "bingo" a ser realizado	
5	06:16	26:29:00	Professor-classe	LD	Exposição da professora	Frontal	Explicando	Prestam atenção	A matéria (Capítulo 1 do LD)	Inicia a explicação/atividade a partir da foto de abertura do capítulo do LD
	07:30		Professor-classe	LD	Explicação do exercício do LD	Frontal	Explicando	Prestam atenção/ Fazem a atividade	A matéria (Capítulo 1 do LD)	
	16:39		Professor-classe	___	Exposição da professora	Frontal/Deslocamento	Explicando	Prestam atenção	Matéria e Energia	A professora retoma as respostas elaboradas pelos alunos e inicia uma explicação.
	18:45		Professor-classe; aluno-classe	LD e quadro de giz	Exposição da professora	Frontal/Quadro de giz	Explicando/Escrevendo no quadro	Prestam atenção e copiam do quadro; Alguns leem o LD em voz alta quando	Matéria, corpo e massa	Escreve no quasro as definições de matéria, corpo e massa

								solicitado pela profa.		
	25:10:00		Professor-classe; Professor-aluno	Quadro de giz	Revisão	Quadro de giz	Revisando os conceitos	Prestam atenção	Matéria, corpo e massa	A professora pede para determinados alunos que definam matéria, corpo e massa.
	27:35:00		Aluno-classe	LD	Leitura do LD em voz alta por determinados alunos	Frontal	Solicita a leitura de alguns alunos	Alguns prestam atenção outros leem	Matéria, corpo e massa e volume	
	29:30 até 32:05		Professora-classe	Quadro de giz	Exposição da professora e pedido de atividade	Quadro de giz	Solicita a realização de uma atividade	Prestam atenção	Matéria, corpo, massa e volume	Exercício de representar por meio de desenhos as definições estudadas.

Aula 4 – Átomos e moléculas										
Ep.	**Tempo inicial**	**Duração**	**Formas de Interação**	**Recursos Materiais**	**Fases da Atividade**	**Posição dos Participantes**	**Ações**		**Tema**	**Observações**
							Professora	**Alunos**		
0	00:00	03:16	___	___	Preparando-se para aula	Quadro de giz	Apagando o quadro	Sentados	Preparando-se para aula	A professora comenta que na última aula realizaram um treino para o bingo da tabela periódica.
	00:46		Professora-classe	___	Preparando-se para aula	Frontal	Conversando com os alunos	Prestam atenção	Preparando-se para aula	
	02:03		Professora-classe	___	Preparando-se para aula	Frontal	Preparando o data show	Sentados	Revisão do conteúdo (matéria, massa, volume e corpo)	
1	03:16	36:14:00	Professora-classe	Quadro de giz	Desenvolvendo o conteúdo	Frontal	Explica e escreve no quadro	Prestam atenção	Átomos e moléculas	
	06:58		Professora-classe	Quadro de giz	Define "átomo" e "molécula"	Frontal	Explica e escreve no quadro	Prestam atenção	Átomos e moléculas	Escreve os símbolos no quadro
	14:50		Professora-classe	LD	Exercício	Frontal	Espera os alunos fazerem o exercício e corrige	Fazem exercícios	Átomos e moléculas	
	36:39:00		Professora-classe	____	Desenvolvendo o conteúdo	Frontal/Quadro de giz	Explicando	Prestam atenção	Mudanças de Estados físicos da	

									água	
2	39:30:00	07:48	Professora-classe	LD	Desenvolvendo o conteúdo	Frontal	Explicando	Prestam atenção	Mudanças de Estados físicos da água	A professora explora as imagens do LD.
	46:45:00		Professora-classe	LD	Desenvolvendo o conteúdo	Frontal	Explicando/Revisando	Prestam atenção e anotam	Mudanças de Estados físicos da água	
3	47:18:00	18:12	Professora-classe	LD	Exercício	Frontal	Pede para que façam o exercício	Fazem o exercício	Mudanças de Estados físicos da água	Muito tempo foi tomado para a atividade porque a professora ausentou-se da aula por um momento.
	01:01:36		Professora-classe	LD	Correção do exercício	Frontal	Corrige o exercício	Prestam atenção	Mudanças de Estados físicos da água	
4	01:06:30 ate 01:23:23	16:23	Professora-classe	Quadro de giz	Desenvolvendo o conteúdo	Quadro de giz	Explicando	Prestam atenção	Mudanças de Estados físicos da água	

Aula 9 – Modelos explicativos										
Ep.	**Tempo inicial**	**Duração**	**Formas de Interação**	**Recursos Materiais**	**Fases da Atividade**	**Posição dos Participantes**	**Ações**		**Tema**	**Observações**
							Professora	**Alunos**		
0	00:00	02:00	Professora-classe	___	Relembrando última aula	Frontal	Conversando com os alunos	Sentados	Preparando-se para aula	
1	02:00	26:23:00	Professora-classe	Quadro de giz	Cópia de exercícios da lousa	Quadro de giz	Escreve no quadro	Copiam	Modelos de partículas	
	18:15		Professora-aluno	Frontal	Relembra conceitos aprendidos anteriormente	Frontal	Pede para um aluno elaborar uma explicação	Alguns falam, os outros prestam atenção	Propriedades da matéria	A professora pede para diversos alunos elaborarem explicações sobre a flexibilidade, dureza e maleabilidade.
	25:16:00		Professora-classe	Frontal	Explicação	Frontal	Explicando	Prestam atenção	Propriedades da matéria	
	26:00:00		Professora-classe	Quadro de giz	Explica o exercício	Frontal/Quadro de giz	Explicando	Prestam atenção	Modelos de partículas	Resolve o exercício no quadro

2	28:23:00	13:17	___	____	Resolvendo os exercícios	___	Mesa do professor	Resolvem os exercícios	Propriedades da matéria e modelos de partículas	A professora ora anda pela sala, ora fica em sua mesa. Alguns alunos tiram dúvidas, terminam e mostram seus cadernos.
	41:00:00		___	____	Fim da atividade	Quadro de giz	Apaga o quadro	Sentados	___	A professora apaga o quadro e não corrige com a turma os exercícios.
3	41:40 até 1:05:33	23:53	Professora-classe	Quadro de giz	Exercício	Quadro de giz	Escreve no quadro	Copiam	Modelos de partículas	A professora passa mais um exercício no quadro. O qual também não é corrigido, os alunos apenas "ganham o visto" em seus cadernos.

Aula 13 – Modelos atômicos										
Ep.	**Tempo inicial**	**Duração**	**Formas de Interação**	**Recursos Materiais**	**Fases da Atividade**	**Posição dos Participantes**	**Ações**		**Tema**	**Observações**
							Professora	**Alunos**		
0	00:00	04:36	Professora-classe	___	Apresenta o novo conteúdo	Frontal	Conversando com os alunos	Prestam atenção	Modelos atômicos	A professora questiona os alunos sobre o que é átomo.
1	04:36 a 19:30	27:55:00	___	Quadro de giz	Escreve um texto no quadro	Quadro de giz	Escreve no quadro	Copiam	Modelos atômicos	A professora escreve o texto no quadro.
	19:30 a 32:31		___	Quadro de giz	Os alunos copiam o conteúdo da lousa	Frontal/ mesa do professor	___	Copiam	Modelos atômicos	Um bom tempo da aula é disponível para que os alunos copiem o conteúdo da lousa.
2	32:31:00	03:04	Professora-classe	Quadro de giz	Explicação	Frontal	Explica o conteúdo do quadro	Prestam atenção	Modelos atômicos	
3	35:35:00	___	___	___	Preparando uma atividade	____	Montando o data show/telão	Sentados	___	A professora começa a orgainizar uma apresentação de slides. A câmera foi desligada pois foi preciso "inverter" a

										posição da sala para que projetasse na parede.
	05:15	22:00	Professora-classe	Data-show	Explicação	De frente para a projeção	Explicando	Prestam atenção	Modelos atômicos	A professora mostra alguns slides com fotos de Dalton, Thomson e Rutherfor e seus respectivos modelos.

Apêndice 3

Termo de consentimento livre e esclarecido elaborado e entregue para a professora participante desta pesquisa.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO
Campus Salto

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o(a) Sr(a) Professor(a) para participar da Pesquisa "**Imagens e Ciências no Ensino Fundamental II: Um estudo à luz da semiótica peirceana**", sob a responsabilidade da pesquisadora Marina Vieira Santos, a qual pretende avaliar o uso de recursos imagéticos propostos pelo professor de Ciências em uma unidade escolar específica. Assim sendo, sob a luz da teoria semiótica peirceana pretende-se revelar quais os tipos de imagens são utilizados no desenvolvimento da disciplina, o que o professor almeja ao utilizá-las e em qual contexto estão inseridas.

Sua participação é voluntária e se dará por meio de gravações de áudio e vídeo das aulas de Ciências e, possivelmente, de uma entrevista, a ser agendada para o dia e horário que melhor lhe convierem.

Todas as etapas da pesquisa terão o acompanhamento de minha professora orientadora Karina Aparecida de Freitas Dias de Souza.

A presente pesquisa está vinculada ao programa de Mestrado Interunidades de Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo – USP- SP.

A participação na pesquisa não acarretará qualquer risco pessoal ou profissional, não sendo previstas despesas ou remunerações.

Se depois de consentir sua participação o Sr(a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa.

Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo.

Para qualquer informação ou esclarecimento, o(a) Sr(a) poderá entrar em contato com a pesquisadora no endereço Rua Cristiano Viana, 365, apartamento 31, São Paulo-SP, ou pelo telefone (11) 94633-6756, ou pelos e-mails marinavieira.santos@usp.br ou kafdsouza@gmail.com.

Você receberá uma cópia desse documento para que possa entrar em contato com os pesquisadores em qualquer tempo.

Consentimento Pós–Informação

Eu,_____, fui informado sobre o que a pesquisadora quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto. Sendo assim, permito que o pesquisador obtenha fotografia, filmagem ou gravação de minha pessoa para fins de pesquisa, científico e educacional. Concordo que o material e informações obtidas relacionadas possam ser publicados em aulas, seminários, congressos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não deve ser identificado por nome em qualquer uma das vias de publicação ou uso. As fotografias, filmagens e gravações de voz ficarão sob a propriedade do pesquisador pertinente ao estudo e, sob a guarda do mesmo.

_____

Assinatura do participante

Apêndice 4

Termo de consentimento livre e esclarecido elaborado e entregue para os pais e responsáveis dos alunos participantes desta pesquisa.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO
Campus Salto

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CARTA DE ESCLARECIMENTO AOS PAIS E RESPONSÁVEIS PELOS

ALUNOS MENORES DE IDADE DA ESCOLA

Prezado (a) Senhor (a):

Convidamos seu filho (ou o menor sob sua responsabilidade) a participar de um estudo intitulado "**Imagens e Ciências no Ensino Fundamental II: Um estudo à luz da semiótica peirceana**", de responsabilidade da pesquisadora Marina Vieira Santos (aluna de pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo). A pesquisa será realizada durante as aulas de Ciências no ano de 2015 e pretende estudar o uso de imagens pelo professor desta disciplina. Apesar do foco da pesquisa ser a atuação do professor durante as aulas, precisamos da autorização do Sr(a) para que as mesmas possam ser gravadas, já que poderão conter imagens e gravações de áudio de seu filho(a) ou menor sob sua responsabilidade.

- A participação é voluntária e se dará por meio de gravações de áudio e vídeo das aulas de Ciências.
- Todas as etapas da pesquisa terão o acompanhamento da professora orientadora Karina Aparecida de Freitas Dias de Souza.
- A participação na pesquisa não acarretará qualquer risco pessoal, não sendo previstas despesas ou remunerações.
- Se depois de consentir a participação de seu filho ou menor sob sua responsabilidade, o Sr(a) desistir da participação, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa.
- Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas a identidade dos alunos não será

  divulgada, sendo guardada em sigilo.

- Para qualquer informação ou esclarecimento, o(a) Sr(a) poderá entrar em contato com a pesquisadora no endereço Rua Cristiano Viana, 365, apartamento 31, São Paulo-SP, ou pelo telefone (11) 94633-6756, ou pelos e-mails marinavieira.santos@usp.br ou kafdsouza@gmail.com.

Você receberá uma cópia desse documento para que possa entrar em contato com os pesquisadores em

qualquer tempo.

Consentimento Pós–Informação

Eu,_____, fui informado sobre o que a pesquisadora quer fazer e porque precisa da colaboração do meu filho ou menor sob sua responsabilidade, e entendi a explicação. Por isso, eu autorizo meu filho ou menor sob minha responsabilidade a participar do projeto. Sendo assim, permito que o pesquisador obtenha fotografia, filmagem ou gravação durante as aulas de Ciências em que meu filho ou menor sob minha responsabilidade faz parte, para fins de pesquisa, científico e educacional. Concordo que o material e informações obtidos possam ser publicados em aulas, seminários, congressos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não deve ser identificado por nome em qualquer uma das vias de publicação ou uso. As fotografias, filmagens e gravações de voz ficarão sob a guarda da pesquisadora.

_____

Assinatura do representante legal

_____

Marina Vieira Santos – pesquisadora responsável Data: / /