

Construção dos conceitos de física de estudantes apoiada em relações sintagmáticas e paradigmáticas

Carlos Eduardo Laburú*

Marcelo Alves Barros*

Osmar Henrique Moura da Silva

RESUMO

O trabalho apresenta uma estratégia de ensino de ciências que emprega as relações linguísticas sintagmáticas e paradigmáticas com o objetivo de constatar a compreensão de conceitos de física de estudantes. As relações sintagmáticas e paradigmáticas são elementos teóricos originários da ciência semiótica e o trabalho as circunstancia, assim como as justifica, dentro do programa de pesquisa de multimodos de representação. Dentre os múltiplos modos de representação para aprendizagem do conhecimento científico, o âmbito de atuação das relações sintagmáticas e paradigmáticas se posiciona junto ao modo discursivo escrito. Os resultados encontrados mostram que a proposta é adequada para averiguar se o significado do conceito aprendido pelo estudante é o cientificamente desejado.

Palavras-chave: Semiótica. Ensino médio. Física. Multimodos de representação.

Construction of Students' Physics Concepts Supported by Syntagmatic and Paradigmatic Relations

ABSTRACT

The paper presents a strategy for science teaching that employs the syntagmatic and paradigmatic language relations in order to verify the student's understanding of physics concepts. Syntagmatic and paradigmatic relations are theoretical elements originating in semiotic science. This work simultaneously locate and justify them within the research program multimode representation. Among multimode representations for learning scientific knowledge, the activity of the syntagmatic and paradigmatic relations is positioned along the discursive writing perspective. Results show that the proposal is appropriate to check if the meaning learned by the student was that scientifically desired.

Keywords: Semiotics. High school. Physics. Multimodal representation.

Carlos Eduardo Laburú é Doutor em Educação, professor associado, Departamento de Física. Endereço para Correspondência: Universidade Estadual de Londrina/UEL, CEP 86051-970, Cx.P. 6001, Londrina, PR. E-mail: laburu@uel.br

Marcelo Alves Barros é Doutor em Educação e professor do IFSC. Endereço para correspondência: Instituto de Física de São Carlos/USP, CEP 13560-970, Cx. Postal 369, São Carlos, SP. E-mail: mbarros@ifsc.usp.br

Osmar Henrique Moura da Silva é Doutor em Educação, físico, Departamento de Física. Endereço para correspondência: Universidade Estadual de Londrina/UEL, CEP 86051-970, Cx.P. 6001, Londrina, PR. E-mail: osmarh@uel.br

* Com auxílio parcial CNPq.

Acta Scientiae	Canoas	v.16	n.1	p.93-113	jan./abr. 2014
----------------	--------	------	-----	----------	----------------

INTRODUÇÃO

Na sua essência, e de maneira geral, a semiótica pura é uma espécie de teoria social baseada na linguística. Partindo do pressuposto que a linguagem molda o pensamento e este molda a cultura, então, se estivermos procurando uma chave mestra para encontrar o sentido da cultura e, em particular, da cultura científica, faz sentido começar pelas estruturas fundamentais da própria linguagem, tais como signos, metáforas, artifícios narrativos e figuras de linguagem (JOHNSON, 2011, p.6). Por meio de tais ferramentas somos capazes de interpretar um discurso qualquer.

Um programa de pesquisa em desenvolvimento na área de educação científica tem voltado o seu foco de investigação às análises discursiva e textual. A amplitude dessas análises abarca diferentes considerações como, por exemplo, a ancoragem social do discurso, sua natureza comunicacional, as regularidades composicionais, ou as características formais da produção de textos, valendo lembrar que tais delimitações analíticas conservam conexões entre si (TOURINHO; MORTIMER, 2010, p.122). Costumeiramente, quando se faz referência ao termo análise de discurso se está igualmente fazendo menção a uma comunicação suportada em posicionamentos socialmente situados. No caso, as interações discursivas não incluem unicamente relações entre diferentes estruturas léxicas e semânticas, mas leva em conta a negociação de significados entre pontos de vista, crenças, valores, visões de mundo, ideologias e práticas sociais que se encontram implicadas nos gêneros discursivos (HICKS, 1995, p.53).

Do ponto de vista do referencial teórico da multimodalidade representacional (WALDRIP et al., 2010), a partir do qual este trabalho se circunscreve, a linguagem discursiva vem configurada por dois modos particulares de representação: o oral e o escrito. Independentemente da categorização que se queira enfatizar para tratar a questão do discurso, e ainda que, conforme Maingueneau (2004), seja problemático definir o que se quer dizer com gênero de discurso, a observação importante a comentar é a seguinte: os estudos alinhados a esse programa de pesquisa concentram-se basicamente na investigação do elemento discursivo em diferentes formas representacionais, com intuito de aprender ciências.

Conservando o linguajar da multimodalidade representacional, alguns trabalhos em educação científica investigam a análise de discurso a partir do viés tanto do modo de representação oral quanto do escrito. Em relação ao primeiro modo, os trabalhos de Mortimer e Machado (2000) e Scott et al. (2006) buscam alternância de gêneros discursivos dialógico e de autoridade entre os atores da sala de aula para que tensões argumentativas sejam provocadas em meio aos estudantes, a fim de que aconteçam interações cognitivamente produtivas e participações ativas na construção do conhecimento ensinado. Por meio da dinâmica de funções discursivas dialógica e univocal os autores veem um importante mecanismo oratório que permite aos estudantes explicitarem os seus significados, clarificá-los e aprimorar as suas elaborações científicas. Por sua vez, em Massi e Queiroz (2011) examina-se a tipologia discursiva ocorrida em laboratórios de pesquisa em Química entre orientadores e alunos de iniciação científica, utilizando a perspectiva de análise de discurso francesa de Orlandi (1997). As autoras

observam que o discurso do tipo autoritário, quando substituído gradativamente pelo discurso do tipo polêmico e lúdico contribui para a independência intelectual e senso crítico dos orientandos. Em Tourinho e Silva e Mortimer (2010), o gênero discursivo que ocorre na sala de aula de ciências é estudado segundo o referencial bakhtiniano (KUBLI, 2005). O foco da abordagem se concentra nas estruturas constitutivas dos diferentes movimentos interativos dos gêneros discursivos desenvolvidos entre professores e alunos, acrescentando a ele a dimensão epistêmica. Ainda dentro do referencial bakhtiniano, mas adicionando uma perspectiva multicultural, em Sepulveda e El-Hani (2006) é realizada uma análise interpretativa do discurso de alunos de licenciatura em ciências biológicas com formação religiosa protestante, sendo que a análise assim feita mostrou-se valiosa para inspecionar a construção dos significados científicos, tendo essa questão como fator de influência.

Junto ao viés representacional do modo escrito, mencionemos o estudo de Nigro e Trivelatto (2010). Neste há preocupação em avaliar a compreensão leitora de estudantes do ensino médio, comparando textos na forma de divulgação científica com a livresca. O estudo observa que a compreensão do texto é influenciada pela forma desses gêneros discursivos. Tomando parte dessa perspectiva, Fang (2006) descreve traços salientes usados na linguagem da ciência escolar, que se diferenciam da linguagem diária utilizada, e discute os desafios que esses diferentes traços apresentam para a leitura compreensiva de alunos do ensino médio. Com isso, propõe diversas estratégias para os professores promoverem o entendimento dos estudantes. Voltado ao livro didático de ciências, em Nascimento e Martins (2005) é feita uma análise de diversos desses materiais, tendo por base o referencial da análise retórica, com o objetivo de ressaltar as relações existentes entre o texto e seu contexto, a construção de sentidos pelos sujeitos e os discursos empregados.

Longe de pretender satisfazer um levantamento abrangente dos estudos em análise de discurso, a parcial seleção acima tem a finalidade de contextualizar a investigação aqui encaminhada, ao mesmo tempo em que faz perceber sua atualidade. Na sequência, relatamos o resultado de uma linha de investigação inovadora à temática análise de discurso, que se apoia em referentes originários do campo de estudos da semiótica para promoção de instrução científica. Tendo como base esse campo de estudos, o trabalho reúne os conceitos de relações linguísticas sintagmáticas e paradigmáticas de Ferdinand de Saussure com o objetivo de oferecer uma estratégia didática diferenciada para o ensino das ciências. Apesar de a proposta apresentar potencial para servir como mecanismo auxiliador para a apropriação aprofundada dos conceitos científicos pelos estudantes, neste trabalho a intenção é tão somente mostrar a possibilidade de utilização frutífera da mesma para identificar a conceituação mantida pelo estudante em determinado momento de instrução.

A estratégia de ensino que se deseja revelar caracteriza-se essencialmente por empregar o modo de representação verbal escrito e vê-se abrangida pela estratégia pedagógica mais geral baseada nos multimodos de representação científica (TANG; MOJE, 2010) e matemática (WILLIAMS, 2009). Sendo assim, a ideia por detrás da

produção de relações sintagmáticas e paradigmáticas na modalidade verbal escrita complementa e integra estimulações firmadas em outras formas de representação, tais como as divulgadas representações esquemática e diagramática dos mapas conceituais e heurística V de Gowin (NOVAK; GOWIN, 1988), respectivamente.

Pela ordem, após situar teórica e metodologicamente o trabalho, apresentamos alguns resultados obtidos com estudantes que passaram pela proposta, demonstrando suas diretas implicações para o ensino científico.

MULTIMODALIDADE REPRESENTACIONAL E ATIVIDADES COGNITIVAS DE TRATAMENTO

Antes da apresentação do referencial teórico semiótico propriamente dito, que inspira e suporta a estratégia de ensino fundamentada nas relações sintagmática e paradigmática, situemos sua relevância pedagógica, contextualizando-a em relação aos referenciais semióticos da multimodalidade representacional e da teoria de Duval (2004).

É sabido que as disciplinas científicas se caracterizam por um caminhar constante em direção à criação, desenvolvimento e integração de variadas formas e modos de representações discursivas. Constitutivo do discurso científico, os raciocínios, processos e descobertas da ciência se apresentam em diferentes representações com a finalidade de servir a diversos propósitos de pensamento e de inquirir científico. Longe de redundantes, cada nova representação semiótica concebida por uma determinada ciência tem o propósito de funcionar como um novo e poderoso instrumento de pensamento que abre novas possibilidades e facilidades de interpretação da realidade e de reflexão. Sendo assim, os estudantes deveriam aprender as diferentes representações utilizadas pelas ciências, e saber convertê-las e coordená-las dentro de um discurso consistente. Por essa linha de raciocínio, torna-se admissível a afirmação de que se os aprendizes não conseguem representar seus entendimentos de diversas maneiras, dificilmente seus conhecimentos se tornam suficientemente robustos e duráveis a respeito da ciência que estão estudando.

Por outro lado, se durante o ensino for dada a oportunidade para que os conceitos estudados sejam pensados por meio de modos e formas variados de representação, tal procedimento tende a contribuir para fortalecer a ocorrência de apropriações conceituais mais permanentes e profundas (WALDRIP et al., 2010, p.66, 69). Provocar diferentes modalidades semióticas como estratégia instrucional é, portanto, ação fértil para que a mensagem científica adquira entendimento mais aprofundado, visto que o significado se encontra distribuído entre as diversas representações, não ficando abarcado por uma única (JAIPAL, 2010, p.50). Ora, o significado permanece dependente de diferentes fontes de informação e de um domínio contextual de experiências e compreensões. Ele vai se enriquecendo por acúmulo e encontro de diferentes contextos, pela intersecção de muitas afirmações e confluências e conjugação de muitos tipos e modos discursivos.

Alguns motivos importantes que levam a participação em diversas representações a sustentar a aprendizagem podem ser citados. Por meio delas, o aprendiz é capaz de

complementar, reforçar e confirmar conhecimentos ocorridos. Elas auxiliam, por restrição, a refinar uma interpretação, posto que cada representação elaborada foca e limita cada vez mais o conceito desejado. Propicia, ainda, que o aprendiz identifique um conceito ou abstração subjacente entre diferentes representações (PRAIN; WALDRIP, 2006, p. 1846). Além disso, dado que há indivíduos que mostram preferência para determinados modos de expressão, como, por exemplo, o modo oral, ao invés do escrito, ou vice versa, empregar, então, representações mais adequadas ao perfil subjetivo do estudante, acaba por favorecer uma atmosfera mais confiante de aprendizagem. Em complemento a essa inclinação de ordem mais motivacional, a pluralidade representacional abre, igualmente, a possibilidade cognitiva de que assuntos abstratos sejam inicialmente tratados com maior compreensão. Isto porque certas representações mais intuitivas de um dado conceito tendem a se conformar melhor aos singulares esquemas conceituais dos aprendizes, historicamente construídos por eles. Essas representações intercedem para o aprofundamento da compreensão do conceito, visto que para cada sujeito há um caminho particular para a construção do significado a ser elaborado. Daí a importância da pluralidade representacional, pois algumas representações tendem a ser mais facilmente inteligíveis para certos aprendizes do que outras, possibilitando dar suporte à introdução e domínio de representações mais abstratas e complexas (FRANZONI et al., 2011). Por último, a multiplicidade representacional é compatível com descobertas atuais a respeito da formação da linguagem. No que se refere a isto, pesquisas mostram a dependência fisiológica da mesma em relação ao modo de representação empregado pelos sujeitos. Regiões cerebrais ligadas à produção e compreensão da linguagem sempre são ativadas pelos modos gestuais, contrariamente às orais. Ouvir línguas desconhecidas, por exemplo, não ativa ou estimula essas regiões enquanto para os gestos isto não acontece (THE ORIGINS, 2008).

Como ponderação final à utilização do referencial multimodal, indiquemos a sua capacidade em proporcionar o estabelecimento de redes conceituais novas, as quais estão vinculadas diretamente com um melhor entendimento. Quando estudantes examinam diferentes representações da mesma ideia, no fundo estão construindo conexões e redes conceituais. No entender de Duval (2004, p.42) e Ainsworth (apud PRAIN; WALDRIP, 2006, p.1846), uma aprendizagem adequada é alcançada quando o aprendiz consegue mostrar desempenho no convertimento entre distintas representações, percebendo equivalência em seus significados, ao mesmo tempo em que é capaz de integrá-las em um discurso multirrepresentacional de tal forma que não permaneça dependente de um modo exclusivo expressivo de representação (MOREIRA, 1999, p.78). De fato, estabelecer conexões permanece no cerne do que constitui “aprender com significado”, na medida em que decorre do estabelecimento de relações dentro de um conhecimento. É devido ao uso intencional de “resemiotizações” e negociação das transformações semióticas que se leva à construção de conexões para instaurar significâncias, segundo Steinbring (2006, p.63). Os aprendizes, ao criarem conexões referenciais entre elementos e estruturas, facilitadas por correspondentes representações, estão a construir associações nas e entre as diferentes representações. Assim, são capazes de adquirir mais penetrante e apurado entendimento do assunto (HAND et al., 2009, p.227), uma vez que o status e a relevância

dessas conexões vão ganhando substância por composição hierárquica, combinatória, número e intensidade de relações. Portanto, uma aprendizagem substantiva e significativa é potencializada toda vez que maior quantidade de relações e conexões construídas é favorecida, o que permite outorgar significados e funcionalidade aos novos conceitos e princípios estudados (PATTERSON; NORWOOD, 2004, p.7).

No que toca aos aspectos a serem destacados da teoria de Duval (2004), comecemos por apontar que, para ele, a troca das representações semióticas na forma de linguagem natural para imagens, tabelas, gráficos, esquemas, linguagem algébrica ou geométrica, entre outras, ocasiona obstáculos à compreensão dos alunos que extrapolam a complexidade do campo conceitual trabalhado. Durante o processo de troca, a ausência de associação entre a linguagem natural e as diferentes representações, ou destas últimas entre si, gera, com frequência, aprendizagens deficitárias. Mas, assim como a mudança de representações tem, grosso modo, papel relevante para a aprendizagem, compreender os pormenores dos mecanismos intelectuais envolvidos com as construções simbólicas tende a aprimorar a aprendizagem. Os referidos mecanismos passam pela ativação de atividades cognitivas comuns que permanecem inerentes a qualquer processo semiótico. Ressalte-se que as atividades cognitivas que o processo semiótico exige não se veem isoladas da atividade conceitual, mas mantêm com esta última mútua implicação. Em outras palavras, a formação e aquisição conceitual encontram-se imbricadas com a produção semiótica (DUVAL, 2004, p.14).

As aludidas atividades cognitivas são de três tipos, denominadas por Duval (2004) de formação, tratamento e conversão. Todavia, no que importa ao trabalho, somente a segunda vale detalhar. Tendo em vista tal consideração, a atividade de tratamento é uma propriedade fundamental que diz respeito às representações semióticas, uma vez que se liga a uma transformação. Ao se falar em tratamento, está-se a mencionar uma transformação que se pratica em uma representação inicial para atingir outra representação terminal, sendo que nessa ação, por meio de regras internas, há expansão informacional. A essência dessa propriedade de transformação é sempre operar no interior do mesmo registro de representação, conservando-se nele¹. Devido à permanência no registro, a propriedade de tratamento não mobiliza mais do que um único tipo de representação semiótica (DUVAL, 2004, p.32). Duval chama a atenção particularmente para o seguinte ponto. Algumas regras não são de todo específicas de um registro de representação, ainda que isto não implique neutralidade no que diz respeito aos registros sobre as quais funcionam. As regras de derivação do registro da língua natural, dentre as quais merecem ser particularmente destacadas as regras de agregação e de substituição, não funcionam sem que, ao mesmo tempo, predominem regras de coerência temática e de associação por similitude ou contiguidade, já que estas são inseparáveis da prática da língua natural (ibid., p.45). Como exemplos da atividade de tratamento, têm-se a paráfrase na Linguagem, a associação diagramática de resistores com variadas configurações equivalentes na Física,

¹ Também ocorre transformação na atividade de conversão, porém, contrariamente à de tratamento, a transformação na conversão não permanece no interior de um mesmo registro, mas envolve mudança para diferentes registros de representação (op. cit., p. 42).

ou de modo geral, os cálculos numéricos e algébricos na Matemática. No desenrolar do trabalho, o primeiro exemplo será realçado, dado referir-se à transformação interna relativa ao registro do discurso da língua natural em que um enunciado é reformulado com o objetivo de substituí-lo ou explicá-lo (ibid., p.44). Ainda que a transformação por detrás dos dois primeiros exemplos seja um caso particular e mais pobre, se comparada à possibilidade de expansão informacional da propriedade de tratamento, apesar disso, a potencialidade pedagógica da mesma pode ser aproveitada junto à estimulação de produções de relações sintagmáticas e paradigmáticas, as quais se referem às articulações particularizadas dessa propriedade, como irá ficando mais esclarecido à frente.

Agora, a mais importante observação a se evidenciar em ambos os referenciais, tem a ver com a compreensão compartilhada simultaneamente por eles de que representações diferentes carregam processos cognitivos distintos. Dependendo do sujeito aprendiz, uns processos são mais ou menos fáceis de realizar e trazem mais ou menos significados em certos modos semióticos, do que em outros (DUVAL, 2006, p.108). Além disso, cada representação de um conceito oferece informação complementar sobre um traço peculiar do mesmo, sem ser capaz de descrevê-lo completamente (PANAOURA et al., 2007, p.534, 537); o que acaba permitindo prover distintas e complementares inferências. Isto porque toda representação apresenta natureza diversa de outra e proporciona restrita capacidade de representação e descrição de aspectos diferentes do referente (op. cit., p.538). Cada sistema de representação encerra propriedades específicas que limitam intrinsecamente suas possibilidades de representação e, conseqüentemente, de pensamento. Nessa linha, e preservando a representação de interesse deste projeto, pode-se ver que o modo verbal de representação é responsável por conceituar significados de natureza tipológica, em contraste com a natureza topológica permitida por outras representações (PRAIN; WALDRIP, 2006, p.1845; LEMKE, 2003, p.12, 13). De fato, a linguagem verbal é uma forma poderosa para expressar raciocínios semânticos, qualificar ideias e realizar relações entre categorias. Opera primariamente por contrastes entre aspectos mutuamente exclusivos, sendo relativamente limitada e tendo poucos recursos para expressar significados quantitativos ou de grau, como o fazem as linguagens topológicas visuais, tais quais os gestos ou desenhos. Acrescente-se que a forma verbal suporta primazias cognitivas que dependem do modo de atuação da representação seja ele oral ou escrito. Isto é, o primeiro modo se caracteriza pela passagem temporal de ideias, exigindo esforço de lembrança e raciocínios rápidos do que está sendo dito, pois em função de sua característica peculiar, constantes repetições tornam-se inapropriadas ou tediosas, ainda que oportunas, quando se está aprendendo uma língua estrangeira. Em vista disto, o que foi falado não deve ser perdido ou esquecido, precisando ser associado rapidamente com o que será dito em seguida. O raciocínio para se efetivar, acaba dependendo da composição e somatória imediata de elementos de pensamento que se dão em vários momentos. Contrariamente, o modo escrito permite várias releituras, revisões, combinações de instantes diferentes e paradas para reflexão, não estando atrelado à imposição temporal. O período de interpretação de cada leitor é respeitado, concedendo maior período para aprofundamento da reflexão. Além disso, é significativo dizer que independente desses dois modos discursivos, a linguagem verbal, segundo Lotman (apud Eco, 2003, p.152),

é um sistema modelador primário, do qual as demais representações são derivadas. Tal status radica na potência discursiva permitida pela língua natural, a qual é considerada por Benevides (apud DUVAL, 2004, p.19), como “[...] a organização semiótica por excelência”. Por estar à atenção deste estudo voltada à abordagem escrita, o seguinte argumento sintético de Klein (apud. YORE; HAND, 2010) permanece subjacente. Klein (ibid., p.95) considera que encorajar formas narrativas textuais variadas é uma maneira proveitosa de ajudar os aprendizes a clarificar seus imprecisos entendimentos dos conceitos científicos, assim como os auxilia a desenvolver explicações mais ricas em ações cognitivas, posto serem requeridas para o desenvolvimento de uma competência multimodal representacional.

Dentro, portanto, de uma perspectiva multimodal onde se conjugam representações complementares com objetivos de ensino e aprendizagem (LEMKE, 2003; WALDRIP et al., 2010; PRAIN; WALDRIP, 2006), defende-se que as formas de representação discursiva oral e escrita, dentre outras possíveis, são, além de auxiliares, basilares para proporcionar entendimento dos conceitos de Física. Isto porque, nesse conhecimento, preponderam linguagens formais, cujas representações semióticas são anti-intuitivas para a maioria dos aprendizes, visto se tratarem de linguagens algébricas, gráficas, diagramáticas, com extensivo uso das mais variadas e diferentes abstrações simbólicas. Essas linguagens formais, quando empregadas de maneira exclusiva, sem o suporte da linguagem natural, tendem a produzir incompreensões e dificultar a apropriação do conhecimento dessa ciência, sem dizer que a conversão de uma para outra, seja qual for a direção de conversão, constitui, quase sempre, dificuldades intransponíveis para os aprendizes (DUVAL, 2004, p.20).

Ora, sem dúvida que conhecer uma disciplina é inseparável do domínio semiótico sobre o qual ela está edificada. Isso acarreta que uma parte significativa da aprendizagem é vista através da necessidade do aprendiz ir “descobrir” o significado das representações discursivas empregadas pela linguagem da disciplina (AIREY; LINDER, 2009, p.28). Para se compreender os conceitos de física, as representações matemáticas, gráficas etc. são inevitáveis, uma vez que os conceitos dessa esfera de conhecimento são mais bem expressos e inteligíveis por meio de tais linguagens; isto sem mencionar que nas ciências da natureza a modalidade representacional espacial, baseada na cinestesia dos experimentos, ações e procedimentos, ligados a um “saber fazer”, têm lugar de relevo fundamental. Mas para aqueles cujo contato com esse conhecimento tem intenção tangencial, cultural ou de iniciação, caminhar com a linguagem natural em paralelo com as outras linguagens científicas torna-se um procedimento de importância para que o entendimento dos conceitos dessa ciência possa vir a ser apropriado em maior profundidade.

De maneira geral, contudo, ao se afirmar que um aprendiz está entendendo ou que aprendeu algo, está-se pedagogicamente a dizer que ele, além de ser capaz de mobilizar os conhecimentos dentro e fora do contexto de cada representação ensinada, deve ser hábil na conversão para os registros oficiais ou tradução entre quaisquer representações. Essencialmente e em última instância, do ponto de vista semiótico, compreender envolve competência no trânsito intra e inter-representações de um mesmo referente.

EIXO SINTAGMÁTICO E PARADIGMÁTICO DA LINGUAGEM

A teoria semiótica saussuriana é uma reflexão acerca da linguagem, da sua natureza e regras de organização. A linguagem se impõe não só a cada um, mas a toda comunidade de falantes. Sua virtude de constância e obrigatoriedade é fruto de sua natureza institucional, apesar de cada falante se julgar livre no uso que dela faz. A não ser o fato de depender de uma convenção coletiva de um sistema de signos que atesta sua arbitrariedade, nada a fundamenta à realidade. Anteriormente foi dito que, em contraste com as indelévels figuras, a linguagem verbal desenvolve-se no tempo. Desdobra-se ao longo de uma cadeia e apresenta-se com dupla articulação de entidades que a constituem: a articulação de entidades dotadas de significação ou monemas (unidades de primeira articulação) e a articulação de entidades a-significantes ou fonemas, cujo valor é puramente distintivo (unidades de segunda articulação) (COELHO NETTO, 2003, p.21). Em virtude de sua linearidade, a linguagem por meio da escrita apresenta-se graficamente no espaço ao longo de uma linha (RODRIGUES, 1991, p.27).

Devido ao seu caráter linear e devido à linguagem ser essencialmente uma rede de relações, em que palavras de um discurso se combinam umas com as outras e uma após as outras, fica impedido que dois signos sejam pronunciados ao mesmo tempo. Ademais, como antecipado na seção anterior, a liberdade de reunir palavras é limitada, pois há “leis” de criação e de liberdade de combinação para essa reunião, que permanecem presas às pressões da sintaxe e de coerência mental (BARTHES, 1972, p.74). Mais do que os elementos que demarcam a língua, como monemas, fonemas etc., o que interessa são as ligações entre eles. Os signos num texto – ou mesmo numa pintura – não são lidos ou decodificados em si mesmos, mas da relação que mantêm com o texto (ou pintura) que os enuncia. Isto equivale a dizer que o significado de cada um dos signos está contido no texto, de cujas fronteiras veem esses mesmos signos formulados. É a partir do texto (ou da própria pintura) e dentro dos seus limites que o signo será lido, revelando o sistema responsável por sua construção e combinação com os outros signos (COELHO NETTO, 2003, p.46). Como consequência da natureza relacional, vários tipos de relações se estabelecem, tais como da língua com a fala, do significante com o significado, da denotação com a conotação entre outras (ibid., p.26). Dentre estas, para este trabalho duas adquirem especial atenção na configuração da língua: as relações sintagmáticas e paradigmáticas.

Ao serem unidos e desenvolvidos, os termos linguísticos o fazem segundo o eixo sintagmático ou paradigmático. Cada eixo destes engendra seu próprio valor e forma de atividade mental, sendo ambas as formas mentais necessárias no discurso (BARTHES, 1972, p.63, 65). O eixo sintagmático é uma combinação de signos que tem por apoio a extensão. Na linguagem articulada, essa extensão ou sequência de signos é linear e irreversível. Cada termo tira seu valor da oposição do que o precede e segue. A atividade analítica que se aplica ao sintagma é o recorte (ibid.). Assim, na mensagem “O sistema de eleição será aperfeiçoado”, constitui uma totalidade que se define por uma extensão no espaço, formada por signos, em cuja presença, no ato de enunciar a mensagem, exclui outros signos. Para Coelho Netto (2003, p.26), nesse encadeamento falado, ao se dizer

“sistema” não se pode dizer simultaneamente “processo”; ao emitir “eleição” não se pode transmitir “competição”. Por outro lado, o eixo sintagmático permite que palavras de uma frase sejam permutadas de modo que a nova frase mantenha seu sentido original. Para ilustrá-lo sejam os exemplos: “O aluno só aprende se estudar”; “Só se estudar o aluno aprende”; “O aluno só se estudar aprende”; “Aprende o aluno só se estudar”. Todavia estariam proibidas as permutações: “Aluno só se o aprende estudar”; “Estudar o só aprende se aluno”; etc. (RODRIGUES, 1991, p.29).

Diferentemente do eixo sintagmático, o eixo paradigmático tem seu plano essencialmente voltado para relações associativas. Unidades que têm entre si algo de comum associam-se na memória, formando grupos em que reinam diversas relações (SAUSSURE apud BARTHES, 1972, p.63). A atividade analítica que se aplica aqui é a classificação. Mais especificamente, quando se formula uma dada mensagem, escolhe-se previamente um signo dentre um repertório de outros a ele associados. A referência, “a bola de futebol foi para o gol” permite usar para “bola”, não importando se denotativa ou conotativamente, as unidades: “redonda”, “esfera”, “pelota”, “balão de couro”, “menina”, ou “rede” para “gol”. No exemplo, “O aluno só aprende se estudar”, a unidade “só” poderia ser substituída por “sozinho”, “apenas” etc. Não obstante, se a unidade “nunca” for substituída, obrigatoriamente a unidade “estudar” também deverá ser trocada por outra compatível com aquela substituição, como “brincar” ou “não estudar”, por exemplo.

O conjunto dos signos constituintes do eixo paradigmático serve para construir o sintagma. Ambos os eixos, por conseguinte, não existem isoladamente, mas mantêm estreita relação e validação. Estão de tal forma ligados que, no entender de Barthes (1972, p.64), o sintagma só avança por meio de sucessivos apelos a novas unidades fora do eixo associativo. O recorte sintagmático, então, é uma operação fundamental, pois oferece unidades paradigmáticas do sistema.

Uma prova direta para validar composições sintagmáticas é introduzir uma ação de mudança no plano posicional da expressão (significante) e observar se essa ação acarreta modificação no plano do conteúdo (significado). Mantendo-se invariante este último frente à ação, tem-se um novo sintagma satisfeito. Logo, apesar da não preservação do espaço posicional do significante, mantém-se o significado global da sentença.

O eixo sintagmático obedece a certa ordem de sucessão e um número determinado de signos, enquanto o paradigmático comporta condições mais flexíveis. Isto porque, em sua mais extensa acepção, as associações paradigmáticas podem ser estimuladas por uma série infindável de razões. Por exemplo, um signo como “trabalho” é capaz de ser associado tanto a “labor” quanto a “baralho, que correspondem, respectivamente, a associações de conteúdo ou de simples semelhança formal de expressão (COELHO NETTO, 2003, p.27). No entanto, para o que interessa ao trabalho, as segundas serão desconsideradas.

Numa análise semiológica, a relação paradigmática e sintagmática pode ser verificada numa infinidade de casos, mesmo porque a existência desses dois eixos é tão necessária à existência de uma linguagem quanto é obrigatória a coexistência do significante e significado para a constituição do signo (op. cit.).

ESTRATÉGIA SINTAGMÁTICA E PARADIGMÁTICA NA APRENDIZAGEM

No sentido mais amplo, um signo pode ser entendido como um enunciado científico complexo, o qual, por sua vez, compõe-se de vários signos. A compreensão de um signo normalmente requer uma revisão constante de palavras e de seus significados em contextos diferentes. O processo de significação de um enunciado de um conceito científico vai além da sedução intoxicante de sua definição e da simples união enganosa dos sons de seus termos. A relação entre signos formadores de um enunciado é muito mais problemática do que isso. Aprender um signo científico, segundo essa visão errônea, é achar que ele pode ser isolado do sistema de signos onde seus respectivos significados se entrecruzam. Tal posição grosseira considera ser capaz construir um sistema a partir da direta adição de seus termos ou unidades linguísticas. Mesmo uma imagem sonora de um signo ouvido de primeira vez requer uma cadeia de significados a serem simultaneamente considerados para formar o seu significado. A síntese das unidades linguísticas solicita uma mudança etimológica de cada palavra constituinte dentro de um quadro relacional, tal qual o conceito de Física de trabalho exemplificado. Inclusive, estabelece Saussure (apud HEYHOOD; PARKER, 2010, p.99), que é a partir da interdependência da totalidade das unidades que se começa, por meio da análise, a obter os significados dos elementos. Consequentemente, esforços na busca de relações, combinações, coordenações, oposições, contrastes e construção de enunciados científicos equivalentes, em que predominam regras de coerência temática e associação por similitude ou contiguidade, são uma forma de ultrapassar aprendizagens mecânicas, repetitivas e por memorização. Nesses esforços, visualizam-se a ativação e o desenvolvimento de funções mentais superiores (VYGOTSKY apud FREITAS, 1995).

No que se refere à aprendizagem propriamente dita, o fundamental a destacar a partir de agora, é o uso das relações sintagmáticas e paradigmáticas em sala de aula como estratégia de ensino. Por meio delas, mira-se o aprofundamento conceitual e a possibilidade de exame do desempenho alcançado pelos aprendizes. Dada à preocupação do estudo ater-se ao segundo ponto, a estratégia sintagmática e paradigmática permite ser aproveitada pelo professor para acompanhar o nível de sucesso do estudante em conceituar determinado conteúdo. Assim, sempre que o estudante for solicitado a pronunciar enunciados científicos estudados, seguindo as normas sintagmáticas e paradigmáticas, é possível observar o desempenho que vem ocorrendo com ele durante o ensino. Aliás, com referência ao primeiro ponto, a solicitação de operações analíticas sintagmáticas e paradigmáticas sobre proposições científicas desponta como recurso pedagógico adicional para que entendimentos verdadeiros sejam efetivados. Situada como um caso particular de operação semiótica de tratamento, análises sintagmáticas e paradigmáticas dialogam com que Bakhtin denomina de compreensão genuína (VOLOSCHINOV, 1992). Ou seja, o emprego dessas análises é um passo do processo de instrução, podendo inclusive ser inicial, para levar o aprendiz a compartilhar uma resposta orientada em relação ao contexto da enunciação ensinada. Isto porque, como lembra Bakhtin, a cada palavra da enunciação que se estiver em processo de compreender deve-se fazer corresponder uma série de palavras próprias e quanto mais numerosas e substanciais forem estas últimas, mais profunda e real será sua compreensão (op. cit.).

Assim, se considerado o modo de representação escrito, e na medida em que enunciados científicos devam ser modificados pelo aprendiz, segundo normas sintagmáticas e paradigmáticas, está-se circunstanciado por um ideal educacional de dispensar maior tempo, atenção e concentração do escolar para com os conceitos que o enunciado deseja reportar; o que vai de encontro à realização de indesejáveis leituras efêmeras e superficiais. Embora o trabalho tenha como propósito de estudo a identificação da conceituação científica apropriada pelo estudante, auxiliada pela produção de relações sintagmáticas e paradigmáticas, a linha demarcatória da proposta é capaz de ultrapassar essa intenção, como já se pôde adiantar. Seus limites desejáveis se encontram na produção, pelo aluno, de autênticas paráfrases, legitimando, conseqüentemente, uma aprendizagem com significado ou, em termos bakhtinianos, uma compreensão genuína.

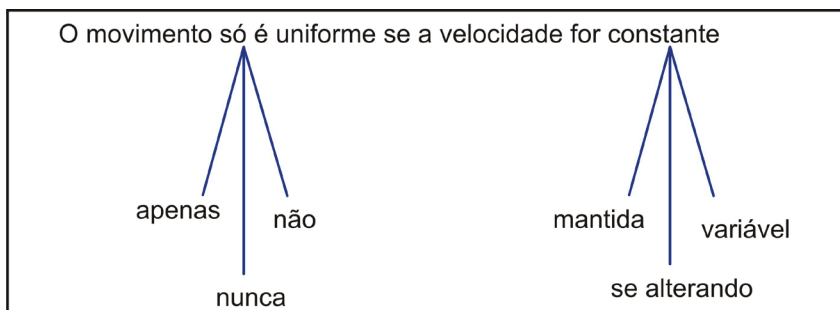
METODOLOGIA

A amostra pesquisada constituiu-se de vinte e cinco estudantes de uma sala de aula regular, contendo trinta e sete alunos do primeiro ano do ensino médio, de um colégio público da região urbana da cidade de Londrina, PR, pertencentes à classe econômica preponderantemente média.

A produção discursiva sintagmática e paradigmática passou por um planejamento antes da sua execução. Fez parte do planejamento a preparação do professor e da sua turma de alunos. Quanto ao primeiro, foi-lhe explicado o contexto teórico, a relevância pedagógica e o encaminhamento da proposta em um encontro de duas horas extraclasse. O professor e a turma adquiriram experiência com a técnica, sendo que ambos tiveram oportunidade de aplicá-la em conteúdos de física anteriores ao que foi aqui investigado. Para que os estudantes se habituassem a usá-la, e dúvidas sobre sua utilização pudessem ser esclarecidas, o professor encaminhou as primeiras produções sintagmáticas e paradigmáticas coletivamente, depois em grupo de dois a três alunos, que, em seguida, eram discutidas com toda a classe. Produções individuais somente ocorreram após esses primeiros procedimentos que ocorreram em duas aulas. Dicionários de português em papel e via internet estiveram à disposição dos estudantes para consulta.

Para facilitar as análises, os alunos foram incentivados a organizar esquematicamente suas produções paradigmáticas e sintagmáticas do enunciado científico fornecido em meio a certas convenções. Em relação à primeira produção, solicitou-se que embaixo das palavras escolhidas pelo estudante fosse indicado um feixe de traços, contendo as palavras substituídas. Cada traço de um feixe antecedente deveria, na ordem, corresponder ao traço posterior do feixe conseqüente, conforme exemplificado no quadro 1. Um traço vazio significava que a palavra escolhida permanecia inalterada. A orientação dada à produção sintagmática era para que se preservassem os monemas originais do enunciado e seu número total.

QUADRO 1 – Exemplo de relação paradigmática.



Fonte: autores.

O contexto de ensino teve como motivação inicial a problemática histórica da explicação dos antigos acerca do movimento dos corpos, objetivando encaminhar o estudo das três leis de Newton. Com o fim de observar a apropriação do conceito de inércia feita pelos estudantes em um momento dado da instrução, foi-lhes pedido que produzissem relações sintagmáticas e paradigmáticas a partir do enunciado referente à primeira lei de Newton ou lei da Inércia: “*Todo corpo persiste em seu estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele*” (NUSSENZVEIG, 1992, p.110).

O enunciado acima foi entregue escrito em uma folha de papel na forma de cabeçalho, debaixo do qual deveriam ser escritas as combinações sintagmáticas e paradigmáticas, procurando obedecer as convenções colocadas. Os papéis foram recolhidos para posterior análise. A ordem de apresentação, se sintagmática ou paradigmática, e a escolha dos monemas para alteração foram de livre escolha dos estudantes.

Para analisar os dados seguiram-se os seguintes critérios. Primeiro, se as relações sintagmáticas e paradigmáticas produzidas preservavam o significado do enunciado estudado, mantendo-se fiéis a ele. Segundo, se a independência do enunciado original das produções foi mantida. Quer-se dizer com isso, quanto à relação paradigmática, que simples trocas centradas exclusivamente em monemas gramaticais (pronomes, conjunções, preposições, determinantes, desinências verbais e nominais) ou com objetivos de ajustes gramaticais junto aos monemas lexicais (nomes, verbos, adjetivos) foram consideradas aprendizado insuficiente, visto proporcionarem pouca demonstração de aprofundamento semântico. Concomitantemente, considerou-se também a relevância dos monemas lexicais substituídos, agora, quanto ao aspecto da preservação da fidedignidade lexical, isto é, do significado equivalente do vocábulo alterado. Outro critério voltou-se para o número relativo de monemas lexicais produzidos. Esta quantificação levou em conta não só a abundância de unidades alteradas de monemas, mas o número de léxicos concebidos para cada unidade. Quanto às relações sintagmáticas, fixou-se atenção na complexidade das combinações e na preservação da coerência sintática, vinculada à manutenção semântica, das ordenações dos monemas. Por fim, uma comparação das produções dos sujeitos foi realizada. Por este

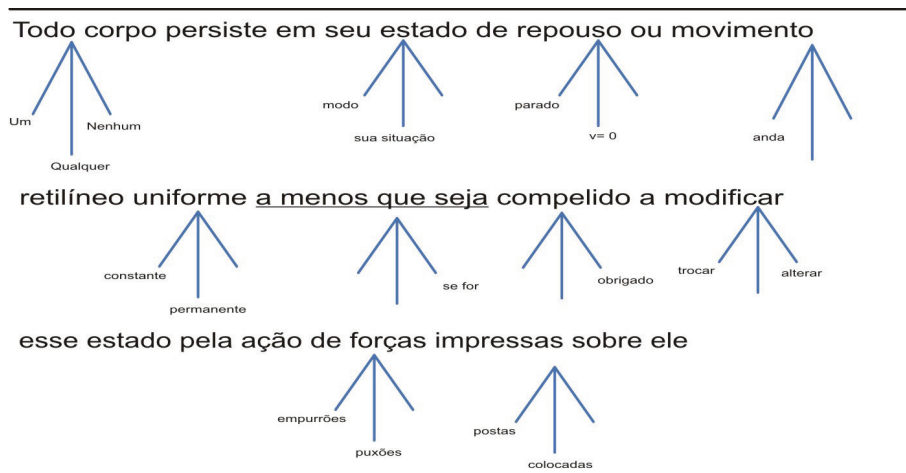
exame, considerou-se um aprendizado superior quando os aprendizes, comparativamente entre si, apresentavam, sob a ótica dos critérios, transformações mais elaboradas.

Na seção que se segue, quatro estudantes da amostra demonstram os resultados encontrados. Eles foram selecionados, tendo em conta dois motivos principais. Um, vem em razão de representarem melhor a variabilidade das ocorrências que podem vir a acontecer na aplicação da técnica discursiva. O segundo vem do fato desses estudantes mais bem reunirem, num só tempo, o potencial, a contribuição e os limites analíticos da proposta, permitindo, com isso, caracterizá-la com maior propriedade.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

O exame simultâneo das produções paradigmáticas e sintagmáticas dos estudantes 1 e 2 dão indicação positiva de seus entendimentos a respeito da lei da inércia. Como os quadros 2 e 3 mostram, os monemas substituídos e rearranjos, relativos à primeira e segunda produção respectivamente, mantêm o significado original da lei. Indistintamente, ambos os estudantes especificam monemas relevantes e os vocábulos de cada monema se mantêm com equivalência de significados. Apesar do número de monemas selecionados ser o mesmo, comparativamente o estudante 1 apresenta vocábulos em maior número.

QUADRO 2 – Produção paradigmática e sintagmática do estudante 1.



Relação Paradigmática ESTUDANTE 1

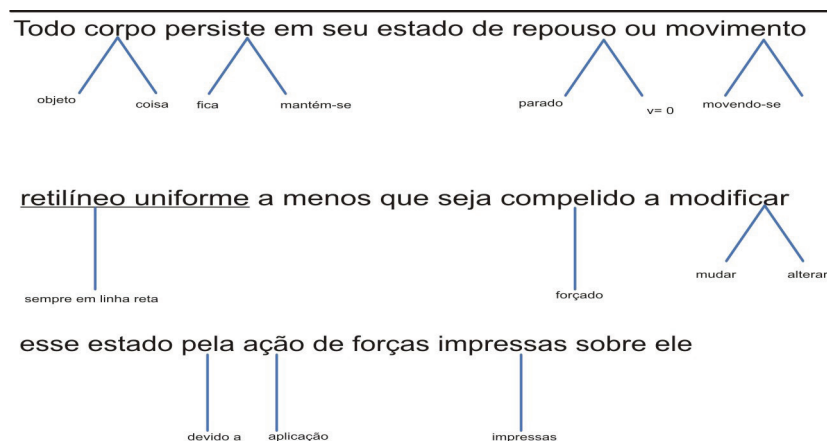
A menos que seja compelido a modificar seu estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme todo corpo persiste em seu esse estado pela ação de forças impressas sobre ele.

Relação Sintagmática ESTUDANTE 1

Fonte: a pesquisa.

Os quadros dos dois estudantes permitem outra constatação. Como as convenções que subsidiam as relações paradigmáticas e sintagmáticas fornecem, tão somente, uma orientação para suas construções, em última instância a preservação das convenções não é condição essencial, mas a permanência do sentido da expressão. Dentro desta consideração, nota-se que a retirada pelo estudante 2 do monema “impressas” e a substituição pelo estudante 1 dos quatro monemas “a menos que seja”, ações respectivamente indicadas pelo traço com a palavra tachada e o feixe unitário com a palavra sublinhada, apesar de não respeitarem as convenções, mantêm o significado inalterado, e isto é o que realmente importa para a observação da apropriação do conteúdo.

QUADRO 3 – Produção paradigmática e sintagmática do estudante 2.



Relação Paradigmática ESTUDANTE 2

Persiste todo corpo em seu esse estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme a menos que seja compelido a modificar seu estado pela ação de forças impressas sobre ele.

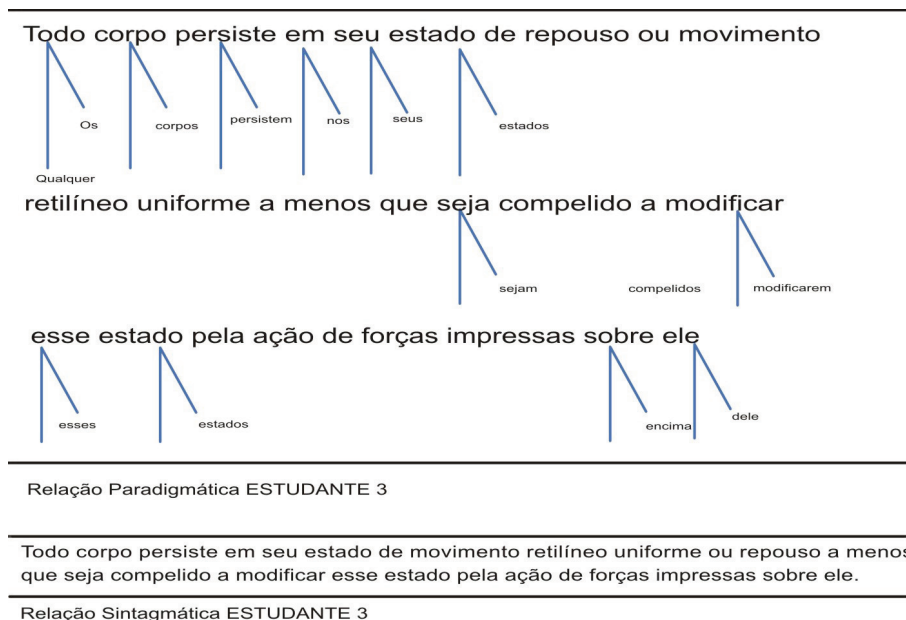
Relação Sintagmática ESTUDANTE 2

Fonte: a pesquisa.

Em contraste com os casos anteriores, a análise do estudante 3 indica dificuldades de entendimento, haja vista a pouca independência das duas produções em comparação com o enunciado original. Quanto à produção paradigmática, isto se percebe pelas substituições feitas. A escolha destas se sustenta exclusivamente em monemas gramaticais e os monemas léxicos despontam unicamente para conformação sintática. A ausência de novos vocábulos nos feixes pertencentes aos monemas léxicos igualmente autoriza a inferência da dificuldade do estudante, tanto em relação ao significado das palavras como da totalidade do enunciado. Corroborando e reforçando essa interpretação, vê-se

que a produção sintagmática se restringe a simples troca da ordem em que aparecem os monemas colaterais “repouso e movimento retilíneo”. É de se ressaltar que os argumentos levantados asseguram que a dificuldade do estudante 3 permanece no nível conceitual, não podendo ser imputada ao uso da técnica, pois nesse ponto inexistente demonstração de problemas.

QUADRO 4 – Produção paradigmática e sintagmática do estudante 3.



Fonte: a pesquisa.

O quadro do estudante 4 demonstra outro caso de compreensão da lei de inércia. A confluência das análises das relações paradigmática e sintagmática suporta fortemente essa conclusão. O exame da produção paradigmática constata um número relativamente alto de monemas escolhidos, com combinação equilibrada de monemas gramaticais e léxicos. Em relação a estes últimos, os vocábulos são variados e relevantes, existindo equivalência de significados. Presenciam-se dois feixes repetidos de três monemas “suas” e quatro traços repetidos com a palavra “situação”, mas que não comprometem a qualidade da análise do estudante. Isto porque, no primeiro caso, o monema gramatical referido tem simples função sintática e o segundo refere-se ao monema léxico “estado” que se repete no enunciado original; portanto, é de se esperar que sua substituição também se reitere na frase. Quanto à relação sintagmática, o estudante 4 articula-a com desenvoltura, ao mesmo tempo em que preserva o sentido do enunciado original.



Relação Paradigmática ESTUDANTE 4

Persiste em seu estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme todo corpo a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele.

Relação Sintagmática ESTUDANTE 4

Fonte: a pesquisa.

A título de complemento, casos ocorridos de conceituação insatisfatória, mas que acrescentam pouco para esclarecer e demonstrar a proposta podem ser reunidos resumidamente. São estudantes que exibem relações paradigmáticas ou sintagmáticas não inteligíveis por evidenciarem os seguintes pontos: omissão de monemas; substituição de monemas equivocados com significados totalmente diferentes de qualquer relação com o pretendido cientificamente; construções sintáticas absurdas que tornam as produções incompreensíveis; supressão da produção sintagmática associada a uma produção paradigmática pouco convincente, tal qual, em relação a esta última, a exemplificada no quadro do estudante 3; um ou dois monemas substituídos ou permutados em sua ordem nas produções, respectivamente, paradigmáticas e sintagmáticas. Num sentido ou outro, há nesses casos violação de regras de coerência temática e de associação por similitude ou contiguidade, o que os tornam notoriamente inteligíveis, obscuros ou indecifráveis.

CONCLUSÕES

O princípio educacional que balizou o trabalho é o de que a organização intelectual dos aprendizes tende a caminhar para um estado de melhor qualidade sempre que oportunidades forem fornecidas para significar os conceitos científicos em distintas representações, existir espaço para debater e refletir questões representacionais resultantes das transformações de re-representar o mesmo conceito, e houver incentivo à integração dessas representações num discurso coerente. Daí vem que os significados,

em via de compreensão pelo sujeito, deverão ir sendo construídos pela confluência e intermediação de variadas ações pedagógicas, dentre as quais a aqui tratada. À luz de uma competência multimodal representacional, estimular e explorar narrativas textuais em formas diversificadas é, por consequência, uma das atividades intelectuais que podem ser empregadas para auxiliar aprendizes no aperfeiçoamento de equivocados entendimentos dos conceitos científicos e gerar explicações ricas em ações cognitivas de maior nível intelectual.

De maneira semelhante às propostas alternativas fundadas nos modos de representação esquemáticos ou diagramáticos citadas no começo do artigo, o modo escrito, baseado nas relações linguísticas descritas, qualifica-se para o ambiente de sala de aula, como as ações metodológicas executadas permitem constatar. Todavia, o expediente dessas relações linguísticas, quando usado como identificador e acompanhador dos significados adquiridos pelos estudantes em processo de instrução científico, não é obviamente autossuficiente e nem pretende conclusões absolutas sobre eles, pois sofre das limitações próprias de suas características representacionais. Logo, a diagnose do estado do conhecimento de um aluno não se esgota no uso exclusivo desse recurso, devendo a proposta ser acompanhada por outras, servindo-lhe de complemento.

Ainda que o objetivo principal do manuscrito tenha sido demonstrar e divulgar a proposta, seu mérito maior encontra-se em torná-la parte da estratégia geral de multimodos de representação. Como decorrência, o manuscrito contribui para o desenvolvimento e aperfeiçoamento do programa de pesquisa em multimodos de representação, cooperando com a busca e criação de novos modos e formas de representação a serem aplicados no ensino de ciências por esse programa. Particularmente, abre-se a perspectiva de uma nova abordagem em relação aos estudos que tratam do modo representacional verbal escrito.

Como princípio educacional, encorajar e explorar narrativas textuais em formas variadas é opção intelectual proveitosa para ajudar os aprendizes na reformulação e aperfeiçoamento de equivocados entendimentos dos conceitos científicos. Dentro disso, a produção pelos alunos de relações sintagmáticas e paradigmáticas é um primeiro passo nesse rumo. Entretanto, o limite ideal a atingir com os estudantes certamente deveria vislumbrar a produção genuína e independente de paráfrases liberta das amarras das relações. Ao encontro de tal ideal, por final, o trabalho deixa como perspectiva de estudo observar se a passagem dos alunos pela estratégia de produção de relações sintagmáticas e paradigmáticas induz à efetivação de autênticas paráfrases, competência que, ao ser atingida, permite garantir que uma aprendizagem genuína foi levada a cabo.

REFERÊNCIAS

- AIREY, J.; LINDER, C. A disciplinary discourse perspective on university science learning: achieving fluency in critical constellation of modes, *Journal of Research in Science Teaching*, v.46, n.1, p.27-49, 2009.
- BARTHES, R. *Elementos de semiologia*. São Paulo: Cultrix, 1972.

- COELHO NETTO, J. T. *Semiótica, informação e comunicação*. 6.ed. São Paulo: Perspectiva S. A., 2003.
- DUVAL, R. *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Santiago de Cali: Peter Lang, 2004.
- _____. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics, *Educational Studies in Mathematics*, v.61, p.103-131, 2006.
- ECO, H. *Tratado geral de semiótica*. Estudos. São Paulo: Perspectiva S. A., 2003.
- FANG, Z. The language demands of science reading in middle school, *International Journal of Science Education*, v.28, n.5, p.491-520, 2006.
- FRANZONI, G., LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. O desenho como mediador representacional entre o experimento e esquema de circuitos elétricos, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v.6, n.1, p.33-42, 2011.
- FREITAS, M. T. A. *Vygotsky & Bakhtin. Psicologia e Educação: um intertexto*. 2.ed. São Paulo: Ática, 1995.
- HAND, B., GUNEL, M.; ULU, C. Sequencing embedded multimodal representations in a writing to learn approach to the teaching of electricity, *Journal of Research in Science Teaching*, v.46, n.3, p.225-247, 2009.
- HEYHOOD, D.; PARKER, J. Language and interpretation and meaning. In: *The pedagogy of physical science*. Contemporary trends and issues in science education, v.38, p.93-112, chapter 5, e-ISBN 979 1 4020 5271 2, Springer Dordrecht Heidelberg, London, NY, 2010.
- HICKS, D. Discourse, learning and teaching, *Review of Research in Education*, v.21, p.49-95, 1995.
- JAIPAL, K. Meaning making through multiple modalities in biology classroom: a multimodal semiotics discourse analysis, *Science Education*, v.94, p.48-72, 2010.
- JOHNSON, S. Complicar é uma ciência: a obscuridade e as antenas semióticas, *Folha de S. Paulo*, São Paulo, Caderno Ilustríssima, p.6, 20 abr. 2011.
- KUBLI, F. Science teaching as a dialogue – Bakhtin, Vygotsky and some applications in the classroom, *Science & Education*, v.14, n.6, p.501-534, 2005.
- LEMKE, J. L. *Teaching all the languages of science: Words, symbols, images, and actions*. Disponível em: <<http://www-personal.umich.edu/~jaylemke/papers/barcelon.htm>>, 2003. Acesso em: 1 fev. 2007.
- MAINGUENEAU, D. Diversidade dos gêneros do discurso. In: MACHADO, I. L. & MELLO, R. (Orgs.). *Gêneros: reflexões em análise do discurso*. Belo Horizonte: NAD/FALE/UFGM, 2004.
- MASSI, L.; QUEIROZ, S. L. Jogo discursivo na apropriação da linguagem científica por alunos de iniciação científica em química, *Investigações em Ensino de Ciências*, v.15, n.1, p.35-57, 2011.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Anomalies and Conflicts in Classroom Discourse. *Science Education*, v.84, p.429-444, 2000.

NASCIMENTO, T. C.; MARTINS, I. O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n.2, p.255-278, 2005.

NIGRO, R. G.; TRIVELATO, S. L. F. Leitura de textos de ciências de diferentes gêneros: um olhar cognitivo-processual, *Investigações em Ensino de Ciências*, v.15, n.3, p.553-573, 2010.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprendendo a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1988.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica 1 Mecânica*. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1992. 531p.

ORLANDI, E. P. Leitura e discurso científico, *Cadernos Cedes*, v.18, n.41, p.25-34, 1997.

PANAOURA, I. E., ERACLEOUS, A.; GAGATIS, A. Relations between secondary pupils' conceptions about functions and problem solving in different representations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v.5, p.533-556, 2007.

PATTERSON, N. D.; NORWOOD, K. S. A case study of teacher beliefs of teacher beliefs on students's beliefs about multiple representation, *International Journal of Science and Mathematics Education*, v.2, p.5-23, 2004.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science, *International Journal of Science Education*, v.28, n.15, p.1843-1866, 2006.

RODRIGUES, D. A. *Introdução à semiótica*, Lisboa: Editorial Presença, 1991.

SCOTT, P. H., MORTIMER, E. F.; AGUIAR JUNIOR, O. The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons, *Science Education*, v.90, n.7, p.605-631, 2006.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Apropriação do discurso científico por alunos protestantes de biologia: uma análise à luz da teoria da linguagem de Bakhtin, *Investigações em Ensino de Ciências*, v.11, n.1, p.29-51, 2006.

STEINBRING, H. What makes a sign a mathematical sign? An epistemological perspective on mathematical interaction. *Education Studies in Mathematics*, v.61, p.133-162, 2006.

TANG, K. S.; MOJE, E. B. Relating Multimodal Representations to the Literacies of Science, *Research Science Education*, v.40, p.81-85, 2010.

THE ORIGINS OF LANGUAGE. Crescendo films. With the participation of France 5. Arte France, RTBF. European Commission DG Research, 2008 (57 min.), Traduzido, TV Escola.

TOURINHO e SILVA, A. C.; MORTIMER, E. F. Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de química: aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero do discurso, *Investigações em Ensino de Ciências*, v.15, n.1, p.121-153, 2010.

WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science, *Research in Science Education*, v.40, p.65-80, 2010.

WILLIAMS, J. Embodied multi-modal communication from the perspective of activity theory, *Education Studies Mathematics*, v.70, p.201–210, 2009.

YORE, L. D.; HAND, B. Epilogue: plotting a research agenda for multiple representations, multiple modality, and multimodal representational competency, *Research Science Education*, v.40, p.93-101, 2010.

VOLOSCHINOV, V. N. *Marxismo e Filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem*. São Paulo: Hucitec, 1992.

Recebido em: out. 2013

Aceito em: dez. 2013