

© 2014, Editora Unijuí
Rua do Comércio, 1364
98700-000 – Ijuí – RS – Brasil
Fones: (0__55) 3332-0217
Fax: (0__55) 3332-0216
E-mail: editora@unijui.edu.br
Http://www.editoraunijui.com.br
www.twitter.com/editora_unijui

Editor: Gilmar Antonio Bedin

Editor-Adjunto: Joel Corso

Capa: Alexandre Sadi Dallepiane

Responsabilidade Editorial, Gráfica e Administrativa:

Editora Unijuí da Universidade Regional do Noroeste
do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí; Ijuí, RS, Brasil)

Catálogo na Publicação:
Biblioteca Universitária Mario Osorio Marques – Unijuí

L755 Linguagem e ensino de ciências : ensaios e investigações / organizadores Bruno Ferreira dos Santos, Luciana Passos Sá. – Ijuí : Ed. Unijuí, 2014. 208 p. – (Coleção educação em ciências).

ISBN 978-85-419-0116-1

1. Ciências. 2. Linguagem. 3. Docência. 4. Ciências – Ensino.
I. Santos, Bruno Ferreira dos (Org.). II. Sá, Luciana Passos (Org.).
III. Título. IV. Série.

CDU: 372
57/59
57/59:372

Editora Unijuí afiliada:

Associação Brasileira
das Editoras Universitárias



A Coleção EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS da Editora Unijuí constitui-se em novo esforço para ampliar a divulgação de trabalhos que se preocupam com a melhora das condições do ensino das Ciências Naturais e que tenham como foco a formação de professores e professoras em todos os níveis da escolarização. Com o crescimento da Pós-Graduação das áreas da Educação e do Ensino em Ciências e Matemática, aumentou muito o número de trabalhos que podem contribuir para a formação inicial e continuada dos professores da área científica, nos diversos campos que compõem os conhecimentos necessários ao exercício do magistério. Assim, poderão ser publicados livros que tratam de inovação e produção curricular na área das Ciências Naturais, formação de professores, temas específicos de formação – aprofundamento de conhecimentos sobre os quais os professores são sempre inquiridos e textos de divulgação científica –, aspectos de teorias de ensino e aprendizagem que sustentam novas abordagens curriculares e metodologias de pesquisa em educação científica, temas transversais que circundam as Ciências Naturais – questões ambientais, sexualidade humana, diversidade cultural e outros. Para a escolha e avaliação de originais é proposto Conselho Editorial interinstitucional representativo da área.

Conselho Editorial:

Décio Auler (UFMS, RS)
Demétrio Delizoicov (UFSC)
Elizabeth Macedo (UERJ, RJ)
Flávia Maria Teixeira dos Santos (UFRGS, RS)
João Batista Harres (PUC, RS)
Lenir Basso Zanon (Unijuí, RS)
Luiz Marcelo de Carvalho (Unesp, SP)
Marcelo Giordan (USP, SP)
Maria do Carmo Galiazzi (Furg, RS)
Maria Emília Caixeta de Castro Lima (UFMG, MG)
Maria Ines Copello (Universidade de Montevideo)
Milton Antonio Auth (UFU)
Oival Freire Jr (Ufba, BA)
Rejane Maria Ghisolfi da Silva (UFSC)
Sílvia Chaves (Ufpa, PA)
Wildson Luiz Pereira dos Santos (UnB, DF)

Comitê Editorial:

Joel Corso (Editora Unijuí, RS)
Otavio Aloisio Maldaner (Unijuí, RS)
Maria Cristina Pansera-de-Araújo (Unijuí, RS)

Em sua organização o livro está dividido arbitrariamente em três partes. A primeira inclui os quatro textos iniciais que discutem diferentes aportes teóricos para a pesquisa sobre a Linguagem e o Ensino de Ciências, como a Filosofia da Linguagem, a teoria da atividade, a Sociologia da Educação e um levantamento sobre os diferentes enfoques sobre a argumentação. A segunda parte compreende três escritos que abordam a questão da argumentação no Ensino de Ciências em diferentes contextos educativos, como o ciberespaço e a produção escrita. A terceira e última abrange dois textos que analisam a apropriação de ferramentas teóricas e metodológicas derivadas das discussões sobre a linguagem na formação de professores de Ciências.

Com este panorama esperamos contribuir para a difusão do importante debate sobre a Linguagem e o Ensino de Ciências entre estudantes, professores e pesquisadores em formação que estão envolvidos no aperfeiçoamento do ensino e da aprendizagem das Ciências Naturais.

Bruno Ferreira dos Santos
Luciana Passos Sá

QUAL É O PAPEL DA LINGUAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS?

Jackson Góis da Silva
Marcelo Giordan

A área de Ensino de Ciências tem se tornado cada vez mais plural no que se refere a linhas de pesquisa e objetos de estudo. Publicações abrangentes, como o *Second International Handbook of Science Education* (Fraser; Tobin; McRobbie, 2012), mostrarão que estamos ocupados com assuntos tão distintos quanto políticas públicas e representações químicas na Educação em Ciências. Uma rápida busca nesse trabalho sobre o termo “linguagem” mostrará que sua relação com a elaboração de significados aparece em maior ou menor grau em todas as grandes áreas em que a Educação em Ciências foi organizada, que são as perspectivas socioculturais e educação urbana, aprendizagem e mudança conceitual, formação de professores, equidade e justiça social, avaliação, currículo, argumentação e natureza das Ciências, Ensino de Ciências em espaços não formais, ambientes virtuais de aprendizagem, alfabetização e linguagem e métodos de pesquisa.

Nesses trabalhos, autores como Lev Vigotski, Mikhail Bakhtin, Jay Lemke e outros que apontaram interessantes relações entre linguagem e aprendizagem, são consultados como apoio teórico nos mais diversos tipos de argumentação nos trabalhos publicados. Com isso, é justo afirmar que

a linguagem tem se tornado cada vez mais importante, se não central, nas diversas linhas de pesquisa e na Educação em Ciências de uma forma geral. Em especial destaca o *papel metodológico* que a linguagem tem exercido, particularmente em relação à nossa coleta de dados e na discussão sobre eles. Apesar dessa presença marcante, muito pouco tem sido investigado a respeito dos *fundamentos do significado* na Educação em Ciências. Isso é resultado das exigências teóricas para se tratar desse assunto, somado a uma tendência de pesquisas mais aplicadas em situações de sala de aula nas linhas de pesquisa na Educação em Ciências.

Essa dualidade de presença nas linhas e ausência de reflexão sobre os fundamentos nos convida para uma investigação sobre o *papel epistemológico* que a linguagem pode exercer em nossas linhas de pesquisa. A nossa compreensão sobre o papel que a linguagem tem exercido em nossas questões de pesquisa com base nos pressupostos filosóficos que utilizamos, muitas vezes sem percebermos, é ainda mais importante que a onipresença da linguagem em nossas linhas de pesquisa. Para responder à pergunta do título deste texto, proponho-me a discutir um importante aspecto relacionado à linguagem é que está presente desde o nascimento da área de Ensino de Ciências na década de 60: o significado. Em especial, procuro delimitar as concepções e pressupostos filosóficos de significado nas principais linhas de pesquisa do Ensino de Ciências, bem como suas origens em outras áreas do conhecimento humano. A intenção é contribuir com uma discussão sobre o *papel epistemológico* que a linguagem pode ter na Educação em Ciências.

Psicologia, História e Filosofia das Ciências e Filosofia

Um importante pressuposto coletivo que está presente na área de Ensino de Ciências desde o seu início em âmbito mundial é que, sem significado, não há aprendizagem apropriada. A atenção do Ensino de

Ciências para com o significado tem uma forte influência dos trabalhos de Psicologia de David Ausubel (1968). De fato, na própria Psicologia as questões acerca do significado tinham sido colocadas em segundo plano desde a década de 30 em função da maior atenção dada à Psicologia de comportamento (behaviorismo), em que a aprendizagem era investigada em comparação e extrapolação do comportamento de animais de outras espécies com base em estímulos, respostas e reforços. Nesse sentido, o trabalho de Ausubel chama a atenção da Psicologia e do Ensino de Ciências, além de outras áreas, para o importante papel que a interação entre os novos conhecimentos e as concepções prévias desempenha na aprendizagem. A partir daí inicia-se o movimento das Concepções Alternativas no Ensino de Ciências na intenção de que um mapeamento dessas concepções auxiliaria no planejamento e melhor compreensão acerca do Ensino de Ciências.

A perspectiva ausubeliana sobre a aprendizagem de fato, real, não superficial, profunda, e expressões semelhantes, é a aprendizagem significativa. Essa aprendizagem é entendida no contexto na Psicologia Cognitiva, na qual indivíduos possuem esquemas cognitivos em suas mentes, e as mudanças nessas estruturas cognitivas levam à aprendizagem. Nesse sentido, no Ensino de Ciências a aprendizagem significativa é sinônimo de aprendizagem perene ou, pelo menos, duradoura. O significado seria uma importante *ancoragem* das informações e de suas relações com outras informações nesses esquemas cognitivos (Ausubel, 1968).

A História e Filosofia das Ciências também contribuiu de forma expressiva para as nossas primeiras concepções acerca do *significado*. As preocupações a respeito da importância da natureza do conhecimento científico na década de 60 na Educação em Ciências coincidiu com o famoso Colóquio Internacional sobre Filosofia das Ciências, que ocorreu em Londres em 1965, reunindo Kuhn, Popper, Lakatos e Feyerabend. Ambos

os grupos rejeitavam as teses positivistas de que o desenvolvimento da ciência é explicado fundamentalmente pela obtenção de teorias e dados experimentais mais refinados e abrangentes.

Vários autores concordam que a Filosofia das Ciências traz uma importante contribuição à educação científica com a possibilidade de contextualização da aprendizagem e do ensino de aspectos epistemológicos da construção da ciência (Teixeira; Freire Jr.; El-Hani, 2009, p. 530). A maior compreensão sobre a natureza do conhecimento científico, entretanto, não melhorou a nossa compreensão sobre a natureza do *significado* e sua importância na aprendizagem de Ciências por parte de estudantes em situações de ensino em salas de aula, em virtude das próprias limitações da metáfora, na qual se compara a aprendizagem de estudantes com o trabalho de cientistas. Apesar de a História e Filosofia das Ciências auxiliarem em nossa compreensão de vários aspectos do discurso na aprendizagem, as questões acerca dos fundamentos do significado permanecem em aberto na Educação em Ciências, uma vez que também partem do pressuposto cognitivista de significado, de forma semelhante à Psicologia.

Apesar de a nossa concepção inicial de significado ter origem na Psicologia e na História e Filosofia das Ciências da década de 60, outras áreas do conhecimento contribuem substancialmente para sua compreensão, como a Linguística, a Semiótica e a Filosofia. Em particular, a Filosofia fornece importantes ferramentas de pensamento para lidarmos com conceitos-chave como o significado. Apesar de ser muito importante a grande proximidade entre o Ensino de Ciências e a Psicologia, é na Filosofia que nascem as principais preocupações sobre o significado, e também onde ocorreram os principais embates teóricos e mudanças de paradigma. Se na Psicologia o significado é tomado como um pressuposto

filosófico a partir do qual se realizam os estudos sobre a mente humana, na Filosofia o significado é um conceito que esteve no foco das principais investigações e mudanças de paradigma.

Alguns aspectos fundamentais do *significado* na Filosofia podem ser entendidos por meio da história dessa intrigante disciplina. A passagem da Filosofia antiga para a moderna ocorreu no que pode ser chamado de “virada epistemológica”, quando os filósofos deixaram de perguntar sobre *as coisas* e passaram a fazer uma Filosofia a respeito do conhecimento sobre o mundo, sobre qual *representação* seria verdadeira, o que resulta numa teoria do conhecimento ou epistemologia. Na Filosofia antiga a concepção de significado estava atrelada à ideia de *essências* platônicas, enquanto que na Filosofia moderna ela está ligada ao aparato cognitivo, também denominado *mente* ou consciência. Nesse período da história da Filosofia, em meados do século 19, nasce a Psicologia como área de conhecimento, e os filósofos dividem com os psicólogos as questões acerca da mente humana.

No início do século 20 ocorre a segunda virada na Filosofia, chamada de “virada linguística”, que marcou a passagem da Filosofia moderna para a contemporânea. A partir dessa mudança de paradigma, os problemas filosóficos podem ser resolvidos, ou mais bem compreendidos, por meio de um melhor entendimento sobre o funcionamento da nossa linguagem. Dentre os vários motivos que levaram a essa mudança de paradigma está o fato de que uma Filosofia da consciência é uma ciência empírica, o que causa sérios desconfortos para os profissionais da Filosofia em razão da própria compreensão sobre a natureza da Filosofia. Nesse sentido, a Filosofia deixou para trás o postulado cognitivista de significação, e passou a ter uma compreensão em que o fundamento do significado é a própria linguagem. Como a Psicologia nasce no período cognitivista da Filosofia, e esta exerceu grande influência no nascimento daquela ciência e de várias outras áreas de conhecimento, então a Psicologia permanece com esse

paradigma antigo sem qualquer dificuldade conceitual ou metodológica, dado que seu objeto de estudo pode ser muito bem trabalhado com base nesse postulado.

No novo paradigma filosófico, que corresponde em grande parte ao atual, o significado é entendido como sendo os *usos* que fazemos da linguagem, num sentido pragmático. A linguagem passa a ter papel central na própria Filosofia e na compreensão sobre o conhecimento humano, e é entendida como um *instrumento* de seres que precisam lidar com o mundo. Como a língua do tamanduá e as antenas das formigas, nós, humanos, temos a linguagem para lidar com o mundo que nos cerca. Grosso modo, na história da Filosofia, a concepção de significado muda na primeira virada (epistemológica) das essências para representações e mentes. Na segunda virada (linguística) a concepção de significado muda das representações e mentes para os usos que fazemos da linguagem (Ghiraldelli, 2007).

Significado no Ensino de Ciências

Com essa breve descrição da história das concepções filosóficas de significado como pano de fundo, passamos a delimitar as concepções de significado na Educação em Ciências. A mais antiga linha de pesquisa na Educação em Ciências é a da Mudança Conceitual. Não é exagero afirmar que o nome dessa linha de pesquisa já foi utilizado como sinônimo de aprendizagem de maneira unânime dentro da área, e até hoje os pesquisadores da linha utilizam essa sinonímia. A quantidade e qualidade de trabalhos produzidos nessa linha é tão vasta que mereceu a publicação de um Manual Internacional em Pesquisa em Mudança Conceitual (Vosniadou, 2008), dentro de uma série de manuais de Psicologia Educacional, de forma que a Mudança Conceitual é considerada uma Psicologia da Educação em Ciências.

White e Tisher (1986) observam que em sua época todo o programa de pesquisa da Educação em Ciências podia ser compreendido com base na mudança conceitual em termos de estudos sobre visões de estágios de domínio geral piagetiano ou em metacognição. Já uma década mais tarde é compilado o primeiro manual internacional de Educação em Ciências, no qual se pode observar uma mudança em direção a um socioconstrutivismo (Duit; Treagust, 1998), no qual são colocados em evidência, além das contribuições da Psicologia, também o papel da linguagem e da cultura na aprendizagem em Ciências, dentre outros.

Mais recentemente, uma compilação (Fraser; Tobin; Mcrobbie, 2012) sobre as principais linhas de pesquisa da Educação em Ciências resultou em 11 grandes áreas, com a Mudança Conceitual sendo uma delas, com a contribuição de 172 autores internacionalmente reconhecidos de 20 países. Por um lado, toda essa diversidade pode ser vista como um esforço mundial com o objetivo de melhoria tanto das práticas de ensino quanto das metodologias de pesquisa nessa área, dentre outros. Por outro lado, a permanência da Mudança Conceitual como uma das principais áreas na Educação em Ciências é sintomática de sua importância para o pensamento sobre várias aspectos relacionados à aprendizagem, tanto para propositores quanto para opositores. Podemos afirmar que, como ocorre usualmente, as mudanças propostas por outras linhas na Educação em Ciências tiveram como pano de fundo a própria Mudança Conceitual. Em nosso trabalho, em razão das limitações de espaço e delimitações de objetivos, consideramos que os principais pressupostos filosóficos sobre o *significado*, e utilizados por grande parte da Educação em Ciências, podem ser encontrados nessa linha de pesquisa. Exceções serão destacadas mais ao final do texto.

O marco inicial nas propostas desse paradigma pode ser encontrado no trabalho de Posner et al. (1982), e são ponto de partida conceitual até a atualidade. Nesse trabalho, que é um dos mais citados dentro da área de Educação em Ciências, os autores procuram descrever como ocorre a acomodação de uma concepção científica com intenção de propor uma teoria de Mudança Conceitual. De forma semelhante à Psicologia ausubeliana, a concepção de significado e aprendizagem é vista como o resultado da *interação* entre o que é ensinado e as concepções dos estudantes. Nesse pressuposto, o significado é resultado de uma interação entre interno (conceitos dos estudantes) e externo (o que é ensinado). Apesar de não ser uma contribuição original da Educação em Ciências, essa concepção tem influenciado fortemente na elaboração de propostas de ensino, e tem trazido para o debate o papel da formação cultural prévia do estudante na elaboração de significados.

Os debates sobre a importância da relação entre o interno e o externo ainda perduram na Educação em Ciências. Com o advento e permanência da contribuição sociointeracionista no desenvolvimento humano, encontrados tanto na Psicologia de Vigotski quanto na Filosofia da Linguagem de Bakhtin, as questões acerca da influência da interação com o outro (o externo) no desenvolvimento do pensamento nos indicam interessantes caminhos teóricos que ajudam a compreender a aprendizagem também como resultado de aspectos coletivos tipicamente humanos. Para os defensores estritos da Mudança Conceitual (Taber, 2011, p. 566), uma linha deve ser traçada, a partir da qual a perspectiva social deixa de ser importante na aprendizagem, uma vez que há o risco de o conhecimento pessoal ser considerado cada vez menos importante em razão das perspectivas socioculturais mais radicais.

As questões acerca do papel do interno e do externo na elaboração de significados permanecem relevantes, dado que inicialmente éramos unânimes em uma visão psicológica e individualista, e ultimamente temos investigado de forma cada vez mais enfática os aspectos coletivos. Que perspectiva deveríamos adotar dentre as várias abordagens, considerando a ampla gama de posições intermediárias entre esses dois polos? É possível dar a importância apropriada a esses dois aspectos sem diminuir sua importância? Como uma perspectiva de significado fundamentada na linguagem poderia contribuir para a discussão dessa questão? Na proposta que faremos ao final deste texto mostraremos que é possível, com base em uma epistemologia da linguagem, dar importância à aprendizagem individual sem retirar a importância do papel do pertencimento a uma coletividade.

Significado como estrutura lógica mental

A partir daqui examinamos o principal postulado de significado na Educação em Ciências, característico do cognitivismo, que são as estruturas lógicas mentais. Depois de considerações gerais sobre esse postulado de significado, examinamos cada um dos aspectos separadamente, ou seja, estrutura, lógica e mente. É provável que o leitor fique admirado em conhecer o que fundamenta filosoficamente nossas frequentes afirmações de “construção do conhecimento” e “aprendizagem conceitual”. O paradigma da Mudança Conceitual tornou-se dominante na Educação em Ciências por toda a década de 80 e na primeira metade da década de 90, e surgiu a partir de um desdobramento crítico das pesquisas realizadas por Piaget. Essas críticas resumiam-se basicamente em apontar a excessiva ênfase no desenvolvimento de estruturas lógicas subjacentes nos trabalhos de Piaget,

o que levou os pesquisadores da Educação em Ciências a se focarem mais no conteúdo das ideias dos alunos do que nas estruturas no movimento das Concepções Alternativas.

Posner et al. (1982, p. 212) procuram então descrever sua proposta de mudança conceitual em que o aprendizado resultaria de uma compreensão e aceitação de ideias inteligentes e racionais. Eles declaram que o estudo da aprendizagem em Ciências deveria estar focalizado em ideias, sua estrutura e nas evidências para elas. Os proponentes abandonaram uma procura exclusiva de estruturas gerais lógicas, próprias dos trabalhos de Piaget. Seus objetivos agora incluíam as concepções dos estudantes, em como as concepções que estudantes trazem interagem com as novas, e na estrutura, agora específica, de cada conceito e não mais uma estrutura geral, como queria Piaget (Driver, 1989).

O pressuposto filosófico principal observado aqui é que o *significado* ocorre em virtude da construção ou estabelecimento de relações estruturais entre conceitos ou dentro de um conceito, dependendo da concepção de cada grupo dentro dessa linha de pesquisa. Essas relações estruturais são entendidas como ligações diretas entre as unidades constituintes. As ligações diretas entre os elementos de um conceito, ou as ligações diretas entre diferentes conceitos, seria o fundamento do significado. As modificações nessas estruturas resultariam na mudança do significado e, portanto, do conceito. O principal método para promover essas mudanças estruturais, que afetariam o significado, seriam os conflitos cognitivos.

Atualmente os pesquisadores comprometidos com o paradigma da Mudança Conceitual mantêm a concepção de que o significado depende de estruturas lógicas internas. De fato, a importância da estrutura lógica interna de conceitos reside no próprio ponto de partida da linha de pesquisa, como argumenta Taber (2011, p. 568). Como o ensino depende de uma mudança conceitual, então a pergunta que se segue é: o que muda

no processo de mudança conceitual? A resposta para isso é dada em duas possibilidades ainda em disputa dentro da área: ou a *estrutura* interna de um conceito muda, ou a *relação estrutural* do conceito muda em relação a outros conceitos que são centrais para o significado (Özdemir; Clark, 2007).

Taber (2011, p. 569) mostra a importância fundamental da concepção de estrutura na Mudança Conceitual ao afirmar que “os pesquisadores estão no negócio de construir modelos” e as respectivas possíveis relações estruturais entre ou dentro de conceitos científicos e cotidianos, na perspectiva de que a natureza propositiva da linha deve permanecer, e devido à natureza científica que seus membros tomam como pressuposto para a linha. Ele também afirma que o trabalho do pesquisador a respeito de Mudança Conceitual é sobre mentes, e não cérebros, e que “pesquisadores estão construindo modelos de entidades hipotéticas e *estruturas* das quais nunca poderão ser mostradas suas existências, mas que podem apenas oferecer boas explicações de evidencia indireta de cognição”. O resultado natural disso, de acordo com os pesquisadores da área, é a ausência de consenso sobre o significado desses construtos teóricos.

A própria expressão “mudança conceitual” foi introduzida por Thomas Kuhn para indicar que os conceitos embutidos numa teoria científica mudam seu significado quando a teoria ou paradigma muda. De acordo com ele, esses conceitos teriam uma *estrutura* embutida numa teoria geral, de onde obteriam seus significados. Stella Vosniadou, que foi a responsável por editar o Manual Internacional de Mudança Conceitual (2008), escreve junto com colegas que muitos conceitos científicos são difíceis de aprender porque estão embutidos em teorias científicas que violam princípios fundamentais da *estrutura* das concepções alternativas (Vosniadou; Vamvakoussi; Skopeliti, 2008).

A questão do postulado filosófico da *estrutura* tem sido percebida como fundamental pelos pesquisadores da Mudança Conceitual. Após a afirmação de que o significado depende de uma estrutura, vem a pergunta: *Quais seriam os elementos dessa estrutura?* diSessa e Sherin (1998) reescrevem a mesma pergunta de uma outra forma como título de seu trabalho: *O que muda na mudança conceitual?* Eles então ponderam que isso vai depender da *imagem* que será escolhida para ser utilizada como *ilustração* da mudança, indicando sua compreensão da natureza filosófica do assunto. A resposta a essa pergunta e título do trabalho é a proposição de um construto teórico mais detalhado e preciso do que seria um conceito.

A análise dessa pergunta por outro ângulo pode mostrar importantes aspectos sobre a aceitação do postulado de *estrutura* como fundamento filosófico para o *significado*. É importante entendermos que ao chamar algo de estrutura, queremos dizer que esse algo é um complexo composto por partes ou elementos. Seria possível, no entanto, designar algo como complexo ou simples num sentido absoluto? Qualquer estrutura conhecida hoje poderia ser usada como exemplo. Se escolhermos o exemplo da Química, moléculas podem ser consideradas uma estrutura, sendo constituída por átomos como elementos. Átomos em si mesmos, contudo, podem ser considerados estruturas, com partículas subatômicas como elementos, e cada partícula também pode ser considerada como estrutura com seus elementos, etc. No caso da Mudança Conceitual, não há consenso nem mesmo no que seria o primeiro nível de definição da estrutura principal, mesmo após 30 anos de pesquisas. O problema, a nosso ver, não estaria na falta de consenso na definição da estrutura geral e dos elementos, e sim no próprio postulado da *estrutura* como ilustração para a aprendizagem em Ciências.

Outro aspecto relevante no postulado da estrutura é sua dependência de relações *lógicas* entre os elementos. Que tipo de *lógica* está embutida no pressuposto das estruturas como determinadoras do significado? A própria palavra “lógica” pode ser atualmente entendida de várias formas (e.g. sinônimo de coerência) e podemos encontrar vários estudos sistemáticos que são considerados como *lógica*, por exemplo, as lógicas polivalentes, intuicionistas, modais, paraconsistentes e outras. A *lógica* relevante para compreender os fundamentos do significado na Educação em Ciências era a *lógica* relevante na época em que Piaget (1964) escreveu seus trabalhos que serviriam de inspiração para a Mudança Conceitual, e que é chamada atualmente de *lógica clássica*. Essa *lógica* tomou grande parte de sua forma atualmente conhecida a partir dos *Principia Mathematica* (Whitehead; Russel, 1910).

A *lógica* que fundamenta o significado na Educação em Ciências está relacionada com o formalismo matemático na tentativa de eliminar a ambiguidade da linguagem natural ou cotidiana. No caso dos Modelos Mentais, os operadores em questão podem ser os de negação (não), conjunção (e), disjunção (ou), e booleanos, apenas para citar alguns exemplos (Goodwin; Johnson-Laird, 2011, p. 34). No caso das propostas de Piaget (1964) e as estruturas lógicas em questão seriam tipos especiais de ações ou operações reversíveis. Por exemplo, o quarto estágio de desenvolvimento, chamado de hipotético-dedutivo, estaria mais relacionado com a aprendizagem de conceitos científicos e as operações seriam as do tipo *lógica proposicional* (idem, p. 177-178).

A centralidade da *lógica* para o significado tem sua origem na Filosofia da Linguagem de Cambridge (Inglaterra), que tem no *Tractatus Logico-Philosophicus* (Wittgenstein, 2010), seu principal expoente. Esse livro escrito pelo jovem Wittgenstein expressa os anseios dos filósofos matemáticos da época, em que a forma *lógica* das proposições e do mun-

do é idêntica. Nesse pressuposto está a crença de que o *significado* seria resultado da existência de estruturas mentais análogas ao mundo exterior. Esse pressuposto filosófico influenciou fortemente o Círculo de Viena e o Positivismo Lógico, e chegou à Educação em Ciências por meio da Mudança Conceitual e da História e Filosofia das Ciências.

No pacote desse postulado filosófico está uma promessa de capacidade preditiva. O resultado do conhecimento pormenorizado dessas relações lógicas entre elementos seria ajudar a revelar mecanismos subjacentes aos processos, e também a determinar a sequência das mudanças, que estaria alinhada com objetivos preditivos e equacionais, próprios das ciências exatas. No fundo, ao aceitar esses pressupostos, queremos equacionar de forma matemática a elaboração de significados em seres humanos.

Mais uma importante concepção subjacente à ideia de estrutura mental como base para o significado, que está presente na Psicologia e na Educação em Ciências, é a ideia de que *temos uma mente que pensa*. Essa ideia nos leva a imaginar que, para entendermos como ocorrem os processos de significação, devemos entender primeiro ou de forma concomitante o funcionamento do cérebro no plano psicológico. De uma forma geral, o significado dependeria de alguma estrutura ou propriedade dessa mente em última análise. Com isso, os processos de elaboração de significados seriam internos e ocorreriam em nossa mente.

De acordo com Hacker (2000, p. 14-15), há termos em nossa linguagem, como mente e pensamento, relacionados à Psicologia, que resultam em maiores obstáculos a uma visão panorâmica do funcionamento da linguagem e do significado. O motivo é que as regras de uso dessas palavras são enganadoras. O substantivo “mente” parece ser o nome de uma coisa, como o cérebro, mas isso não corresponde aos fatos. Podemos entender melhor isso observando o verbo “ter”, que na sentença “eu tenho dor”

pode dar a ideia de posse, o que também é enganador. Corremos o risco de interpretar de forma equivocada as expressões relacionadas a processos internos e à mente.

Hacker (idem, p.18) ainda destaca que a ideia de que o ser humano é composto por um corpo e uma mente/alma está baseada em pressupostos do pensamento religioso e filosófico da Idade Média e da Antiguidade. Na Idade Moderna foi Descartes quem impulsionou essa ideia, pela qual o ser humano é composto por duas substâncias distintas: a alma e o corpo. Nessa concepção, quando usamos a palavra “eu”, estaríamos nos referindo à nossa mente/alma, e a essência da alma seria o pensamento. De acordo com esse autor, o dualismo cartesiano indicou uma proposta de trabalho de pesquisa para a Filosofia que durou três séculos, sendo revista apenas na virada linguística.

De acordo com Malcolm (1986, p. 182), a Filosofia teve grande dificuldade em lidar com a concepção de mente. Por exemplo, havia o pressuposto filosófico de que a mente seria uma entidade que pensa e que teria uma relação próxima com o cérebro. O resultado é que há duas teorias que tratam da relação entre mente e cérebro. A primeira delas é a de que existe um paralelismo e a segunda é a de que existe uma identidade entre mente e cérebro. A crítica apresentada por Malcolm é que cérebros não podem ouvir, ver ou falar. Esses atributos são de pessoas e não de cérebros. Com isso, não seria possível atribuir experiências, desejos, pensamentos ou crenças a um cérebro, mas apenas a pessoas. Não é necessário nem mesmo escolher entre as duas teorias mais populares já citadas. A coisa que percebe, pensa ou imagina não é nem uma entidade não corporal que habita o corpo (mente), nem o cérebro, mas um ser humano vivo (Wittgenstein, 2008).

Podemos fazer uma interessante comparação entre *ter uma mente que pensa* com outras capacidades de nosso organismo. Enquanto estamos vivos, podemos afirmar que temos um coração que pulsa. Como é o nosso coração que pulsa, seria razoável pensar que, na realidade, é o nosso coração que está vivo? Certamente não. Enquanto estamos vivos, nosso pulmão se enche e se esvazia de ar continuamente. Como ocorrem trocas gasosas em nosso pulmão em um nível inicial, seria razoável pensar que, na realidade, é o nosso pulmão que respira? Nem do ponto de vista bioquímico, considerando que a respiração ocorre em um nível celular, nem do ponto de vista fisiológico, considerando que, sem uma caixa torácica, com ossos e músculos diversos, e sem um sistema circulatório não podemos falar em respiração em qualquer nível.

Da mesma forma, já sabemos há algum tempo na história do conhecimento científico que a transmissão de impulsos elétricos entre neurônios torna possível a atividade mental humana. Isso *não significa*, no entanto, que *temos uma mente que pensa*, pois nosso cérebro sozinho não pode pensar sem um sistema de suporte mecânico e sistemas circulatório, excretor, digestório, etc. Assim, defendemos nesse texto a concepção de que *são seres humanos que pensam*, respiram e estão vivos, e não órgãos como cérebros, pulmões e corações. Da mesma forma, a mente, que é uma expressão usada na Psicologia para designar o conjunto de processos psíquicos de um indivíduo, não deve ser vista como algo que temos e por meio do qual pensamos. Não é necessário ou obrigatório atribuímos uma capacidade humana a uma entidade psicológica como a mente.

Aqui é importante destacar claramente que não estamos descaracterizando a Psicologia que, como área de conhecimento, tem contribuído de maneira substancial na compreensão de habilidades humanas que dependem do funcionamento do cérebro. O que queremos pontuar é que essa área tem objetivos e métodos diferentes da Filosofia e do Ensino de

Ciências. Em termos históricos, a Filosofia preferiu não continuar se baseando em explicações psicológicas, o que ficou conhecido como virada linguística. Pergunto aqui, retoricamente, se devemos continuar nos baseando, dentro da área de Ensino de Ciências, nos mesmos pressupostos de outras áreas de conhecimento, no caso a mente e os conceitos, mas com objetivos distintos.

O postulado da mente serve como sustentação para os postulados da estrutura e da lógica na determinação do significado. Estamos procurando mostrar a alta dependência de nossa concepção de significado desses postulados, e a dependência circular entre eles. Aqui importa observar que, nas Ciências, nos desfizemos de vários postulados que mantivemos por vários anos. Talvez esteja na hora de perguntarmos se devemos manter tantos postulados interdependentes em nossas linhas de pesquisa, uma vez que anteriormente revimos postulados que já foram considerados centrais, como o flogisto e o calórico.

No período crítico de mudança de paradigma da virada linguística na Filosofia ocorreu uma grande crítica no antigo postulado filosófico de pressupor uma essência lógica *a priori* comum ao mundo e ao pensar. Foi concluído que é uma ilusão da linguagem imaginar que o peculiar, o profundo e o essencial de uma investigação sobre o falar com sentido estejam em tentar encontrar uma ordem lógica de qualquer espécie. A suposta vagueza da linguagem cotidiana, em comparação a uma lógica formal, é, na realidade, plena de sentido quando se percebe que as pessoas empregam as expressões cotidianas e se entendem perfeitamente. Com isso, no que há sentido deve haver também ordem perfeita, inclusive na mais vaga das proposições. Foi observado que esse postulado se constitui em um idealismo logicista, como óculos colocados em nosso nariz, de forma que tudo o que vemos, vemos por meio desse idealismo. Os filósofos concluíram que podiam deixar a procura de idealismos de lado e pautar suas

investigações por fatos da linguagem e não por postulados filosóficos que, no final, acabaram abandonando. Pensamos que essa é uma importante concepção sobre processos de aprendizagem que envolvem a elaboração de significados (Wittgenstein, 2008).

Na Educação em Ciências, especialmente em suas origens, o postulado do aprendizado com estrutura lógica mental é aceito em oposição à ideia de um aprendizado como simples aquisição de um conjunto de respostas corretas, um repertório verbal ou mero conjunto de comportamentos, próprios de uma visão ingênua de aprendizagem. Esse foi um importante passo na pesquisa em Educação em Ciências, a partir de onde se observou avanços nessas últimas décadas. Podemos agora avançar em nossa compreensão sobre as relações entre significado, linguagem e aprendizagem a partir de outros pressupostos.

Outras concepções: em direção à linguagem

Conforme descrito no início deste texto, há exceções na Educação em Ciências quanto ao uso dos postulados descritos até aqui como ponto de partida teórico para a compreensão das relações entre a linguagem e o significado, linguagem e aprendizagem. Apresentamos a seguir duas exceções. Queremos destacar que pode haver mais exceções no cenário mundial, no entanto apontamos que essas duas merecem destaque em razão de sua abrangência, singularidade e perenidade, visto que estão sendo trabalhadas há pelo menos dez anos.

A primeira exceção sobre os postulados filosóficos de significado da Educação em Ciências descritos até aqui é a linha de pesquisa dos *Perfis Conceituais* (Mortimer, 2000). Essa proposta surge de uma crítica dos estudos do paradigma da Mudança Conceitual, a partir da percepção de

que estudantes mantêm suas concepções alternativas mesmo após muitos anos de escolarização e até mesmo quando utilizam de forma adequada as concepções científicas. Dessa forma, o aprendizado não poderia estar relacionado a uma simples *mudança* de conceitos.

A partir de uma leitura de Bachelard (1984, apud Mortimer, 2000, p. 68), Mortimer apoia-se na noção de perfil epistemológico, em que um único conceito pode ser visto a partir de várias filosofias, como se cada uma delas iluminasse uma faceta do conceito. Com essa concepção seria possível prevenir a confusão de argumentos entre as diferentes filosofias que embasaram as teorias científicas. Assim, ao invés da substituição de conceitos do senso comum por conceitos aprovados por determinado grupo social, seria possível haver a coexistência de diferentes formas de conhecimento, numa espécie de dispersão conceitual. Mortimer também se apoia na ideia de que o perfil epistemológico de um indivíduo tem características individuais por conta da história pessoal de cada um, mas as categorias que constituem as diferentes divisões do perfil possuem características mais gerais. Além disso, também busca apoio nas ideias de Vigotski, em que a gênese de processos mentais superiores tem origem social, não individual, o que contribuiria para um entendimento da construção das zonas de cada perfil.

Mortimer também propõe que um perfil conceitual pode ter vários componentes, como realismo ingênuo, empirismo, racionalismo clássico, racionalismo moderno e racionalismo contemporâneo. Em termos de pressupostos filosóficos este trabalho traz uma grande contribuição, posto que procura harmonizar importantes aspectos de contribuições das Psicologias de Piaget e Vigotski, trazendo para a sua proposta a tensão entre o individual e o coletivo. Em especial, traz a compreensão que o funcionamento do pensamento humano deve ser estudado no contexto social de atividades dos indivíduos (ibidem, p. 67) e que deve ser reconhecido

que há diferentes formas de se entender determinados conhecimentos científicos (ibidem, p. 73) e da possível convivência entre variadas formas de conhecimento. É importante destacar o esforço em se agregar a essa escola de pensamento mais elementos da História e Filosofia das Ciências, numa visão de evolução conceitual.

Nessa proposta o significado não depende de uma estrutura conceitual, mas sim de um somatório de perfis relacionados com um mesmo conceito. Nessa linha de pesquisa questiona-se o que são e o que acontece com os conceitos, mas não se a aprendizagem deve basear-se em conceitos. O pressuposto é que há um conceito totalizador, podendo este ser composto por vários perfis distintos e, inclusive, conflitantes, como as visões cotidiana e científica. A proposta mantém também o postulado de estrutura (Scott; Mortimer; Ametller, 2011), apesar de não haver intenção de descrever a natureza de suas ligações, mas apenas indicar a necessidade de que ocorram. Com isso, o significado também depende do pressuposto de entidades mentais, que seriam os conceitos ou ideias.

Nessa proposta há um grande progresso na inclusão e aproximação da linguagem cotidiana a partir de Bachelard e Vigotski. Na elaboração dos pressupostos sobre o significado ocorre uma ida e volta entre linguagem e mente, de forma que em essência permanece dentro do paradigma cognitivista. Apesar de os processos de elaboração de significados dependerem diretamente da linguagem na análise de resultados, há a dependência de descrições conceituais na própria concepção de significado. Comparando os pressupostos filosóficos dessa proposta com a Mudança Conceitual, a elaboração de significados permanece como resultado dos postulados já delimitados, com a concepção de conceito sendo reorganizada. Dito de forma sucinta, até aqui o significado tem como fundamento último uma boa representação, que é uma estrutura lógica mental.

A segunda exceção sobre postulados filosóficos de significado da Educação em Ciências é a linha de pesquisa da Epistemologia Prática (Wickman, 2004). Nessa concepção a aprendizagem dependeria do preenchimento das *lacunas* entre conceitos. Esse preenchimento ocorreria por meio de *relações* de similaridades e diferenças nos *encontros* que os estudantes teriam entre si ou com o mundo físico que os cerca. Essas *relações* ocorreriam a partir do que já é *óbvio* para eles. Esses quatro conceitos são reunidos sob o nome de Epistemologia Prática, sendo assim frequentemente referidos nos próximos trabalhos do grupo e de outros grupos de pesquisa.

O conceito de *relação* é a principal categoria dessa epistemologia quando se leva em conta a quantidade de vezes que os autores usam essas expressões em seus trabalhos (Gois, 2012). Nesse sentido, o significado nessa concepção depende principalmente de relações de similaridade. “(*R*) *relações* de similaridades e diferenças, algumas vezes em detalhes, algumas vezes no todo, são o que dão significado à fala e às ações e o que preenche *lacunas* e nos permite continuar com nossos afazeres” (Wickman, 2004, p. 328). De acordo com os autores as semelhanças são a única forma de construção do conhecimento (Wickman; Östman, 2002, p. 470-471).

De fato, as relações de similaridade já são muito importantes e estudadas há algum tempo dentro da Educação em Ciências, em especial no estudo de analogias (Francisco Júnior, 2009). É necessário considerar, porém, que outras categorias de pensamento, como regularidades e situacionalidades, também contribuem de forma expressiva para a elaboração de significados, se compararmos apenas com a semiótica peirciana (Gois; Giordan, 2011). Apesar de uma das categorias ter o nome de conceito, os autores declaram que sua concepção de significado não depende de entidades mentais ou de suas representações (Kelly; Macdonald; Wickman, 2012). Essa seria a primeira linha de pesquisa dentro da Educação em

Ciências em que a concepção de significado não parte principalmente de pressupostos cognitivistas, e que a linguagem tem forte *papel epistemológico*. É importante observar que essa epistemologia tem também forte base na linguagem, uma vez que se inspira em elementos de teorias em que a linguagem é central.

Fazendo um apanhado geral dos pressupostos filosóficos presentes na Educação em Ciências apresentados neste texto, estamos utilizando, com pouquíssimas exceções, o mesmo postulado de significado nas nossas linhas de pesquisa. Voltamos a afirmar que a linguagem já tem um papel metodológico importantíssimo, mas seu papel epistemológico está ainda em seus primeiros passos.

Uma síntese

A observação que destaco nesse texto é que os paradigmas filosóficos de significado vigentes no passado e ainda predominantes nas linhas de pesquisa no Ensino de Ciências baseiam-se em pressupostos filosóficos nos quais a elaboração de significados depende de postulados da Psicologia, que são as estruturas lógicas mentais. Se considerarmos a evolução histórica dessas concepções na própria Filosofia, o papel epistemológico da linguagem não deveria ser apenas uma possibilidade, mas sim uma necessidade. É importante destacar que os embaraços causados pelos postulados cognitivistas já foram reconhecidos e abandonados pelos próprios propositores do cognitivismo, no caso, a Filosofia.

É importante enfatizar que se trata *apenas* de um postulado, um pressuposto filosófico. Isso quer dizer que pode ser modificado, e que *não precisamos* nos prender a eles, mesmo que sejam praticamente universais no Ensino de Ciências. Podemos experimentar outros postulados e obser-

var os resultados, visando a explorar outros aspectos da aprendizagem em Ciências. Ao modificarmos os postulados nossas perguntas de pesquisa serão diferentes. Ao invés de perguntarmos como construir conceitos, passaremos a investigar a apropriação da linguagem em determinados contextos e dos consequentes efeitos de aprendizagem, por exemplo. Não estamos no presente texto pretendendo legislar sobre quais expressões devemos utilizar na Educação em Ciências, mas sim dar a atenção devida aos nossos pontos de partida teóricos.

Neste trabalho convido a comunidade de pesquisadores em Ensino de Ciências a considerar os ganhos que podemos obter ao considerar *outros pressupostos* na nossa compreensão sobre a elaboração de significados. Em especial, ao considerar o papel epistemológico da linguagem, esse pressuposto filosófico aponta que os *usos* que fazemos da linguagem são suficientes para compreender de que maneira os significados são elaborados. Não são necessários conceitos, mentes, estruturas ou profundidades. Os significados podem ser entendidos como estando na superfície dos usos que fazemos da linguagem. Não há nada escondido. O significado está à plena vista nos usos que fazemos da linguagem. É na inserção em comunidades de praticantes dessa linguagem que aprendemos os significados, de forma semelhante ao aprendizado de jogos (Wittgenstein, 2008).

Um importante ganho é a compreensão da linguagem como forma de ação tipicamente humana. Ver a linguagem como forma de ação humana, a aprendizagem de Ciências não dependerá mais de conceitos nas mentes de estudantes, mas da própria aprendizagem. No paradigma cognitivista o significado é sempre *externo* à atividade humana, sendo dependente de um construto teórico. Como posso planejar atividades de ensino de Ciências, se o significado não vai estar nelas, mas sim em entidades abstratas e teóricas? O planejamento escolar torna-se muito mais teórico, e com rebuscamentos conceituais, longe das próprias atividades concebidas. Ao

partir do pressuposto de que os significados estão no uso que fazemos da linguagem e das atividades a ela ligadas, isso quer dizer que o significado está na própria atividade em curso, na própria execução da atividade.

Outro importante ganho é que, como já estamos na linguagem em termos de dados coletados, ficaremos em vantagem metodológica. Ao lançarmos outro olhar para os nossos dados, como o pressuposto está mais próximo dos nossos dados, podemos gastar mais energia na sua comparação, e não na contemplação dos nossos próprios edifícios teóricos. Além disso, uma perspectiva com base na linguagem nos possibilitará estabelecer uma base teórica sólida para o lúdico. A relação direta com a ilustração dos jogos de linguagem possibilitará que passemos a considerar com mais seriedade os aspectos lúdicos da aprendizagem. Podemos começar a levar a sério, em termos de pesquisa, o papel do lúdico na aprendizagem.

Mais um ganho importante é que uma epistemologia com base na linguagem nos permite considerá-la elemento central do conhecimento humano, expandindo apropriadamente à própria concepção de linguagem. Na Educação em Ciências isso equivale a considerar atividades de ensino com experimentos, computadores, metáforas, argumentação, modelos concretos e outros a partir de uma base comum. A abordagem epistemológica com base na linguagem como forma de *ação* possibilitará compreendermos de forma holística aspectos diversos da sala de aula. Por último, mas não menos importante, uma abordagem com base na linguagem nos permite também considerar de forma apropriada a tensão entre o externo e o interno na aprendizagem de Ciências. Isso por que a linguagem pertence simultaneamente aos dois “mundos”, considerando que a origem do pensamento é externa, com forte influência da linguagem. O pressuposto filosófico de significado não é superior a qualquer outro, considerando que se trata também de um postulado, no entanto,

quando consideramos nossos objetivos como área, nossas necessidades como professores e as demandas de melhoria da sociedade, enfatizo que é importante experimentar outros caminhos e observar os seus resultados.

Qual é o papel da linguagem no Ensino de Ciências? Se considerarmos em nossa resposta a concepção de significado, o papel da linguagem é atualmente apenas metodológico, e não epistemológico, no sentido de fundamental para a elaboração de significados. Isso por que o significado para as linhas de pesquisa é mental, conceitual e lógico, portanto cognitivista. O significado atualmente está nesses postulados, e não na linguagem. O meu convite para a área é que a linguagem passe a ter papel epistemológico, de fundamento para o significado.

Nesse momento da Educação em Ciências vivemos um paradoxo quando pensamos em linguagem e significado – nossa concepção de significado é cognitivista (mental e estrutural), mas nossos dados e interesses estão na linguagem (o paradigma mais atualizado de significado) – minha proposta é absorvermos o paradigma atualizado de significado, não apenas por que os filósofos trabalharam arduamente para chegar a ele (imagine se as ferramentas conceituais e laboratoriais sobre a natureza particulada da matéria fossem ignoradas por todos os não químicos), mas principalmente por que nos livraremos de postulados desnecessários para chegar ao nosso objetivo maior: a aprendizagem efetiva e eficaz em Ciências.