

DISCURSOS DIVERGENTES NA FÍSICA: POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO SUPERIOR ♦

José Luís Michinel^a [jmichine@fisica.ciens.ucv.ve]
Henrique César da Silva^b [hcs@unicamp.br]
Maria José P.M. de Almeida^b [mjpma@unicamp.br]

^aUniversidad Central de Venezuela, Escuela de Física e gepCE, FE, UNICAMP, Brasil

^bgepCE, FE, UNICAMP. Brasil.

TEXTO E LEITURA SUAS IMPLICAÇÕES NO CURRÍCULO

A preocupação com a linguagem na educação em ciência não é tão recente; outro trabalho (Michinel, 2001) indica, no caso específico de ensino superior, que diversas motivações, explícitas ou não, parecem estar implicadas nas pesquisas que puderam se relacionar com este campo, quando buscam compreender entre outros assuntos: os processos de resolução de problemas (Massa et al., 1997); as representações e modelos mentais dos alunos (Garcia, 1995; Greca et al., 1997; Greca & Moreira, 1996; Moreira & Lagreca, 1998; Mayer & Cook, 1984; Cook & Mayer, 1988); a formação de professores (Stipcich & Massa, 1997); a reflexão cultural de base científica no processo de ensino escolar (Zanetic, 1989); as estratégias de percepção e superação de contradições entre esquemas conceituais (Mortimer, 1994, 1995; Mortimer & Machado 1997); os modelos de análise que visam fornecer uma linguagem para descrever o pensamento, a exemplo do senso comum e/ou do científico (Gutierrez & Ogborn, 1992; Mortimer, 1995; Yassuko, 1986; Oliveira, 1988); os processos relacionados com a função da leitura em aspectos tais como técnicas de leitura, estrutura da leitura e do texto (Books & Dansereau, 1983; Scala, 1980; Koch & Eckstein, 1991); o funcionamento da leitura pelos estudantes (Almeida, 1987; Silva, 1997; Silva e Almeida, 1998).

Estes inúmeros indícios nos orientam no reconhecimento do crescente interesse que os aspectos da linguagem e em particular a leitura vem tendo na pesquisa das ciências naturais dentro e fora do Brasil.

Neste trabalho destacamos especialmente a relação entre leitura e educação em física, explorando a importância, no desenvolvimento do conhecimento dos alunos no caso específico do ensino superior, do trabalho com a divergência e a polêmica na ciência.

Acreditamos que trazer à tona, no âmbito do ensino, as polêmicas em torno das quais se constitui o discurso e a prática científica, explicitando-a enquanto processo e evidenciando aspectos constitutivos desse processo e não apenas o produto, direciona o ensino para uma perspectiva de formação mais ampla, que inclui simultaneamente um trabalho sobre as concepções de ciência do aluno.

A interação com grupos de professores e alunos do programa de formação de professores em física, nos permite destacar que a educação superior, em geral, lida com os saberes científicos, apresentando-os como um conjunto de conteúdos, que aparecem nesse espaço educativo de forma linear, contínua, como se tivessem sido produzidos sem quaisquer conflitos, sem história, e não como efetivamente se dá seu desenvolvimento na

produção da ciência, isto é, produto de profundos e permanentes processos divergentes, em uma tensão permanente entre a busca de significações diferentes no mundo e o fechamento de sentidos. Um exemplo é o célebre debate Einstein-Bohr em relação ao significado não-determinista da mecânica quântica como sistema interpretativo da realidade, que tem-se prolongado ainda até nossos dias nos frutíferos debates entre Gell-Mann e Feynman, Penrose e Hawking entre outros, e que nem por isso tem recebido ênfase nos manuais didáticos do ensino superior.

Neste estudo assumimos que, na produção científica e na sua difusão o processo de significação, no desenvolvimento de um determinado tema ou noção física, é produzido como uma tensão entre dizer o mesmo – paráfrase – e os múltiplos dizeres – polissemia.

É fato, também, que os livros didáticos confirmam um discurso único; quando são utilizados vários livros o propósito é de complementar ausências temáticas ou de conteúdo, mas poucas vezes são usados de maneira que informem do caráter polêmico que tem caracterizado a produção de conhecimentos na ciência (Bachelard, 1977; Gil-Perez, 1996; Prigogine, 1997). Assim, tem-se constituído como prática comum no desenvolvimentos dos cursos de física, com relação ao texto e a sua leitura, o uso de um só texto, sob a idéia de que este diz tudo e que o aluno somente tem que ir a ele e “beber” de sua sabedoria. Assim, justifica-se essa prática ora pela economia de tempo ora pela tendência a fechar significados quando se confunde a realidade com um modelo interpretativo dessa realidade. Prática onde se assume o texto e sua leitura em uma perspectiva eminentemente comunicacional, na qual se esquece que todo olhar sobre um texto é um olhar informado, estruturado, sem o qual as idéias nele seriam imperceptíveis. Olhar informado que advém da relação do texto com outros textos já produzidos e lidos e com os efeitos de memória pela interdiscursividade, o qual possibilita relações com sentidos que já se instalaram e que vêm de outros discursos (da ciência, da escola etc.). O que nos obriga a colocar o problema do texto e da leitura nas suas relações com o aluno, e não mais somente no texto em si.

Essas características podem ser compreendidas na tipificação que Orlandi (1996), na perspectiva da linha francesa da análise de discurso, atribui ao discurso pedagógico. Segundo Orlandi, o discurso pedagógico é

um dizer institucionalizado, sobre as coisas, que se garante, garantindo a instituição em que se origina e para a qual tende: a escola (...), [que]¹ se dissimula como transmissor de informação, e faz isso caracterizando essa informação sob a rubrica da cientificidade. O estabelecimento da cientificidade é observado, segundo o que pudemos verificar, em dois aspectos do discurso pedagógico: a metalinguagem e a apropriação do cientista feita pelo professor. (...), um discurso neutro que transmite informação (teórico, ou científico), isto é, caracterizar-se-ia pela ausência de problemas de enunciação: não teria sujeito na medida em que qualquer um (dentro das regras do jogo evidentemente) poderia ser seu sujeito (credibilidade da ciência), e onde existiria a distância máxima entre emissor e receptor (não haveria tensão portanto), tendo como marca a nominalização e como frase de base a frase com o verbo ser (definições). (...), seria puramente cognitivo, informacional.

Tentando uma alternativa ao discurso pedagógico assim concebido, preocupamo-nos em trazer para o curso inicial de formação de professores de física um discurso que rompesse com a dissimulada neutralidade que se expressa sob o caráter mais informacional do livro de texto. Um discurso que colocasse em tensão paráfrase – dizer o mesmo – e polissemia – os múltiplos dizeres –, isto é, um discurso polêmico (Orlandi, 1996). É aqui que o mecanismo polêmico proposto por Maingueneau (1997) foi de grande importância, já que nos permitiu

¹ As locuções entre colchetes nas citações são nossas.

desembrulhar, teórica e empiricamente, as possibilidades pedagógicas da divergência que é característica da atitude crítica da ciência.

Assim, buscamos neste trabalho estudar o valor pedagógico da divergência. Assumindo a divergência em uma dupla perspectiva: a que advém do desenvolvimento histórico da ciência e que diz respeito a que o progredir, revolucionário, conceitual na ciência é, essencialmente, produto das divergências, do dissenso, do desacordo e das rupturas, Bachelard (1974); e outra, no referencial de análise de discurso e na qual assumimos que as formações discursivas caracterizam-se por uma dialética de contínuo movimento com momentos de determinação ou formação de sentidos, formações que não são únicas mas sempre plurais, diferentes.

A RELAÇÃO POLÊMICA DO PONTO DE VISTA DISCURSIVO

Maingueneau (1997), ao tratar a questão da heterogeneidade do discurso visando entender o funcionamento implicado na relação interior/exterior do discurso, enfoca o problema da identidade discursiva. Uma perspectiva particular dentro da análise de discurso é a que privilegia o interdiscurso sobre o discurso, apreendendo, de imediato, não uma formação discursiva, mas a interação entre formações discursivas. Desta maneira a identidade discursiva estaria construída na relação com o Outro.

O autor define três categorias importantes para essa análise:

- Universo discursivo: conjunto (irrepresentável, embora finito) de todas as formações discursivas, de todos os tipos, que coexistem e interagem em uma conjuntura [contexto histórico-social];
- Campo discursivo: conjunto de regiões heterogêneas de enunciados produzidos por práticas discursivas irreduzíveis; conjunto de formações discursivas que se encontram em relação de concorrência e se delimitam por uma posição enunciativa em uma região (esse recorte decorre de hipóteses explícitas do analista) .
- Espaço discursivo: subconjunto do campo que apresenta formações discursivas ligadas. Supõe-se estas regiões manterem relações privilegiadas, fundamentais para a compreensão dos discursos considerados.

Na abordagem proposta por Maingueneau, o espaço pertinente para as regras (do jogo) referidas é da ordem interdiscursiva.

Esta abordagem pareceu-nos interessante para pensar o discurso científico, em se considerando a polêmica como uma prática fundamental no funcionamento deste discurso; um discurso que não se volta apenas sobre as coisas, mas sobre si mesmo, ou, emprestando as palavras de Maingueneau: “Dizer que a interdiscursividade é constitutiva é também dizer que um discurso não nasce, como geralmente é pretendido, de algum retorno às próprias coisas, ao bom senso, etc., mas de um trabalho sobre outros discursos.” (p. 120). Iguais considerações podem ser feitas para entender o discurso pedagógico quando este é “perturbado” por discursos polêmicos que colocam em cena a ação do referente e conseqüentemente efeitos de tensão polissêmicos.

Aqui analisamos um caso, no âmbito da física: a relação entre a Física Clássica – Dinâmica e Termodinâmica de equilíbrio – e a Física de sistemas complexos implicada na Termodinâmica de não-equilíbrio desenvolvida por Prigogine. Centramos nossa análise sobre dois textos. Trata-se de abordá-los como interagindo de tal modo que seus discursos se delimitam reciprocamente.

Neste caso, temos que um dos discursos se mostra explicitamente polêmico em relação ao outro. O que pretendemos mostrar é que neste tipo de configuração, o texto que explicitou essa polêmica acaba por trazer à tona elementos da teoria à que se opõe, mas que esses elementos não são explicitados nos textos construídos fora dessa relação polêmica. Discutimos também as implicações da explicitação desses elementos para a educação científica.

Um outro referencial teórico que nos auxilia na análise e compreensão das diferentes racionalidades na que é significada a noção de energia nos textos e pelos alunos durante a sua discussão, advém da perspectiva pluralista, descontinuista e histórica da razão proposta por Bachelard. Para este autor as diferentes “compreensões” científicas que historicamente foram se sucedendo para um determinado conceito científico supõem filiações filosóficas (racionalismos) que vão do realismo ingênuo ao “ultra-racionalismo” ou racionalismo discursivo, passando pelo empirismo claro e positivista, o racionalismo clássico da mecânica racional e o racionalismo completo (relativista) . Bachelard (1974) evidenciou que basta um conceito para dispersar as filosofias, para demonstrar que as filosofias parciais se debruçam apenas sobre um aspecto, esclarecem só uma face do conceito. Relacionado com esta idéia de dispersão filosófica, nos conceitos da ciência, ele propõe o conceito-estrutura de perfil epistemológico. Para Bachelard, o pensamento científico se conformará como um método de dispersão bem ordenado, como um método de análise aprofundada, para as diversas proposições filosóficas maciçamente agrupadas nos sistemas filosóficos. Há no pensamento de Bachelard uma profunda valoração da atividade da ciência, em particular o processo de racionalização que esta implica. Segundo esse autor, a “escala polêmica” compreendida no perfil é suficiente para localizar os diversos debates da filosofia científica de seu tempo, e impedir a confusão dos argumentos, que poderia acontecer entre filósofos e cientistas. Ele insiste que um conhecimento particular pode ser exposto em uma filosofia particular, mas não pode fundar-se em uma filosofia única; o seu progresso implica aspectos filosóficos variados.

SOBRE OS TEXTOS ANALISADOS: DESCRIÇÃO, CONTEÚDO E COMENTÁRIOS

Os textos utilizados nesta pesquisa foram recortes relacionados com a conservação da energia extraídos dos livros de I. Prigogine & I. Stengers e R. Feynman . Os resultados reportados neste estudo referem-se ao trabalho com duas turmas de estudantes, ambas disciplinas do currículo consideradas pedagógicas no curso de formação de docentes em física.

O texto de Feynman, que é um recorte de um livro de divulgação científica – Física em seis lições–, apresenta a conceituação da energia por meio de uma metáfora, que implica, por sua vez, o uso de uma analogia para representar a conservação, pelo fato de ser esta (a conservação) uma idéia abstrata (p.116). Nesta metáfora há uma quantidade que permanece constante, salvo que o sistema deixe de estar isolado. Este texto metafórico se expressa no espaço da racionalidade clássica. Mas como em muitos outros casos, a língua faz-nos maléficas jogadas, há um parágrafo que poderia permitir uma leitura muito diferente à que Feynman (p. 118), pensamos, aspirava do leitor: “É importante perceber que, na física atual, ignoramos o que é energia. Não temos um quadro de que a energia vem em pequenas gotas de magnitude definida. Não é assim.”. Quando pensamos na microfísica e consideramos fenômenos que compreendem interações, as trocas energéticas que implicam estas interações se realizam por meio de quanta, que sob uma ótica metafórica, como a assumida neste texto, podem ser olhados como gotas de magnitude “definida”: múltiplos do quantum. E desta maneira o texto também poderia assumir o patamar do racionalismo relativista. Com efeito, um dos alunos, durante a discussão do texto colocou esta significação em relação ao parágrafo comentado. Este texto, também, está incluído no conhecido livro “The Feynman lectures on physics” .

O texto de Prigogine & Stengers, é parte de um livro – A Nova aliança. Metamorfose da ciência –, onde os autores erguem um forte e interessante debate com a Física Clássica e a Física Quântica em relação ao papel do tempo na física. É muito mais extenso e complexo que o texto de Feynman que foi trabalhado, se consideramos a gama de problemas que aborda – filosóficos, da ciência, históricos etc.; há nele uma profunda crítica à racionalidade moderna e assume-se a termodinâmica como rivalizando com a mecânica ou, como a coloca Bernardes (1999), não podendo ser reduzida a esta, porque correspondem a áreas do conhecimento científico com ontologias diferentes. Nesse texto, Prigogine e Stengers expressam uma visão alternativa ao princípio da conservação da energia, quando assumem que existe, ao se considerar o mundo real, a necessidade de levar em conta também os aspectos qualitativos da energia. Eles assumem que as energias dissipativas, que são ubíquas na natureza, não são iguais a outras energias e não podem ser simplesmente reduzidas, por aquele princípio, a essas outras. Aí o texto levanta a necessidade da conservação destas diferenças. O que o coloca numa racionalidade que está além da mecânica clássica e da quântica. Racionalidade que denominamos caótica, pela sua relação com processos deste gênero e porque envolve ensembles (Bernardes, 1999) como objetos físicos, que, longe do equilíbrio e considerando os efeitos dissipativos, tornam-se sistemas complexos, estudados pela teoria do caos (Prigogine & Stengers, 1997).

A RELAÇÃO POLÊMICA NOS/ENTRE OS TEXTOS: DOIS PASSOS METODOLÓGICOS PARA A ANÁLISE

Não se trata de pensar a divergência a partir da comparação de dois textos que diriam coisas diferentes e opostas sobre um mesmo objeto, mas de pensar a constituição de um texto, e de seu objeto, de um discurso, a partir do estabelecimento de uma relação polêmica com outro texto, com outro discurso. A divergência aqui não é uma categoria que emerge da comparação de dois textos, mas do próprio evento fundante do(s) discurso(s), isto é, o discurso que explicita a polêmica constitui-se como discurso desde o momento que traz para seu interior elementos-chaves do outro discurso. Esta perspectiva de análise permite que se pense simultaneamente o conteúdo e a linguagem científica, ou melhor, seu funcionamento discursivo.

1. Uma das vias privilegiadas de acesso ao dialogismo constitutivo: pontos-chaves de cada polêmica

Maingueneau (1997) destaca que:

Se é o próprio universo semântico do Outro que é rejeitado, a priori qualquer um de seus enunciados pode ser questionado; entretanto, a lista de assuntos efetivamente debatidos parece muito limitada se for comparada com a lista de debates possíveis: as controvérsias giram, em geral, obstinadamente, em torno de alguns pontos, deixando na sombra zonas imensas. (p. 123-124)

Destarte, é determinante precisar esses pontos-chaves ou assuntos debatidos, como via de entrada ao dialogismo constitutivo implicado na polêmica aberta que os textos divergentes explicitamente sustentam.

Neste sentido, como foi dito, o texto de Prigogine e Stengers que analisamos, e que pusemos em funcionamento, limita seu discurso ao tema da energia na era industrial, abordando quatro aspectos: o calor em relação com a gravitação; o princípio de conservação da energia como um meio de inteligibilidade da natureza que a nega em si mesma; as questões da idealização dos sistemas reais imposta pela física do século XIX, da relação entre processos reversíveis e irreversíveis e da flecha do tempo nos processos reais; e como quarto aspecto a representação de sistemas em equilíbrio versus a representação de sistemas de não-equilíbrio como a

descrição probabilística mais adequada para a representação dos sistemas reais, isto é, ou a ordem inerte dos cristais ou os sistemas complexos instáveis.

Em todos e cada um desses aspectos o ponto comum, o tema central da polêmica é compreender a natureza: através de representações ideais – como sistemas isolados, sob uma “evolução” de simetria temporal em trajetórias definidas, reversíveis, em equilíbrio, dessa maneira “a ordem do Universo é mantida nada é perturbado, nunca se perde nada, mas toda a maquinaria, por mais complicada que seja, funciona com calma e harmonia” (p.88) – ou, pelo contrário, por meio de representações complexas – ensembles – reais, que impliquem a flecha do tempo sob descrições estatísticas constitutivas, como sistemas instáveis. Os autores chamam à baila velhos conflitos em cada um desses quatro aspectos, por exemplo,

No que concerne à ciência da complexidade, não hesitamos em a fazer “começar”, neste sentido, em 1811. Neste ano, em que os laplacianos triunfam e dominam na ciência européia, o Barão Jean-Joseph Fourier (...) obtém o prêmio da Academia pelo seu estudo teórico da propagação do calor (...) Laplace, Lagrange e seus discípulos, por mais que reunissem suas forças para criticar a nova teoria, tiveram que ceder (p. 84);

(...) o próprio princípio [de conservação da energia] é, aliás, ambíguo: a natureza que descreve parece econômica, bem articulada, tranqüila e controlável (...) Bergson não se enganava por nada ver de verdadeiramente novo na ciência da energia (p. 90);

(...) Planck, M. lembra quão isolado estava quando sublinhou a singularidade do calor e recordou que é a conversão de calor numa outra energia que suscita problemas (p. 240).

O que faz emergir uma memória polêmica que perambula pela ciência sem se apagar, embora a racionalidade newtoniana tenha-se instalado como hegemônica. Desse modo, constata-se que essa polêmica não tem sua origem neste texto e não é imediata a ele, mas é produto da interdiscursividade de uma formação discursiva; o que legitima a polêmica pela repetição de outras que caracterizam a própria memória polêmica.

Também, Prigogine e Stengers levantam como quadro de enunciados polêmicos que: o princípio de conservação não poderia ser o único meio de inteligibilidade da natureza, nem o único invariante de evolução de um sistema; assim, o conjunto das distintas energias em modo algum poder ser reduzido por esse princípio, eliminando as diferenças qualitativas que lhe são próprias e trazem novamente à tona a necessidade de que seja considerada a conservação das diferenças qualitativas da energia ao se pensar a evolução de sistemas reais. Não pode ser dado o mesmo estatuto a todas as energias; por exemplo, a queda de um corpo entre dois níveis de altitude não constitui a aplicação de uma diferença produtora essencialmente da mesma natureza da passagem de calor entre dois corpos de temperaturas diferentes, o primeiro corresponde a um processo idealmente reversível e o segundo é um processo intrinsecamente irreversível (Prigogine & Stengers, 1997, p. 240). Segundo estes autores, *a conservação da energia é uma propriedade apenas de casos ideais, enquanto que a conservação das diferenças de energia é necessária a toda transformação, porque só uma diferença de energia pode produzir uma outra diferença* (idem). Este discurso recupera a condição de sistema isolado como requisito para a conservação da energia, mas deixa claramente estabelecido que é uma característica dos sistemas ideais, nunca dos sistemas reais. É assim evidente que este discurso se constitui em referência ao Outro discurso, o da racionalidade da mecânica clássica, na qual se constitui o discurso que perpassa o texto de Feynman.

Pela nossa experiência como professores sabemos que essas questões, que opõem modelos de ver o mundo, normalmente não são explicitadas nos textos construídos fora dessa relação polêmica e nunca ou poucas vezes são trazidas à tona no momento da aula, quando se considera a conservação da energia ou o estudo dos processos termodinâmicos.

2. Qual o campo discursivo compartilhado na polêmica?

São muitas as semelhanças, em relação à quantidade de diferenças, entre os protagonistas da polêmica; Maingueneau destaca que:

O exercício da polêmica pressupõe a partilha do mesmo campo discursivo e das leis que lhe estão associadas. (...) [A polêmica] supõe um contrato entre os adversários e, com ele, a idéia de que existe um código transcendente, reconhecido pelos membros do campo (os protagonistas do debate bem como o público), o que permite decidir entre o justo e o injusto [ou entre o verdadeiro e o falso]. Que se trate de bom senso, de partido, de justiça, do interesse do país etc., deve existir um referencial comum que legitime a figura de algum tribunal supremo. Infelizmente, cada formação discursiva está destinada a apropriar-se deste tribunal, do qual constrói uma representação correspondente a seu próprio universo de sentido. (p. 125-6)

Isso nos leva a identificar: algumas “leis” associadas, aos campos discursivos que englobam estas polêmicas analisadas; o “contrato” (implícito) entre os adversários; os “códigos transcendentais” – que critérios estão em jogo para se decidir entre uma ou outra teoria?, qual o “tribunal” de cada teoria? A análise destes itens ressaltaria aspectos da produção do conhecimento científico normalmente não trabalhados num ensino que enfatiza apenas o produto.

No caso da polêmica levantada em relação à significação da energia, os oponentes reconhecem, como indicado no texto de Prigogine e Stengers: a) que o contexto cultural, incluído o científico, teve uma importância chave no processo de desenvolvimento de significados neste campo discursivo. O que é evocado sob dois pontos de vista diferentes: que o tema do tempo tomou uma importância singular no século XIX – evoluções das formações geológicas, das espécies, das sociedades, da moral etc. – e que a forma específica como o tempo foi introduzido na física – relacionado com a evolução para a homogeneidade e a morte – ressoa com arquétipos míticos e religiosos muito antigos, embora as repercussões culturais das mudanças sociais e econômicas possam se revelar nessa origem (Prigogine & Stengers, 1997, p. 94); b) Está implicada, também, uma concepção de objeto físico (dinâmico ou termodinâmico) e uma identificação de causas e efeitos, só que de transformações físicas diferentes, na termodinâmica “não se trata de observar uma evolução, de a prever calculando os efeitos das interações entre elementos do sistema. Trata-se de *agir* sobre o sistema, de prever suas reações a uma modificação *imposta*” (p. 86). Na dinâmica o sistema evolui sobre uma trajetória dada de uma vez por todas, e guarda eternamente lembrança de seu ponto de partida, desse modo o processo é determinista. No entanto, no estado de não equilíbrio, *todos* os sistemas evoluem para um *mesmo* estado de equilíbrio, nesse estado os sistemas esquecem suas condições iniciais. Assim, o processo não é determinista e sua descrição é probabilística; c) que no caso particular da conversão da energia, esta é a destruição de uma diferença e a criação de uma outra diferença (p. 90). Assim, embora a natureza seja “um reservatório inesgotável de energia, não podemos dispor dessa energia sem condições, isto é, nem todos os processos que conservam a energia são possíveis” (p. 93); d) a necessidade de teorias físicas, matematicamente rigorosas como formas de representar a inteligibilidade da natureza (p. 84). Assim também, o reconhecimento e integração de qualquer lei implica, além dos métodos de física matemática, experimentação, desenvolvimento tecnológico, projetos metafísicos (p. 85).

FUNCIONAMENTO EM AULA DE LEITURAS DIVERGENTES: DESTAQUE PARA O MECANISMO POLÊMICO

Em quatro sessões de aproximadamente duas horas, estudantes de um curso de formação de professores em Física de uma das universidades estaduais de São Paulo, Brasil, responderam questões por escrito, leram os

textos – já descritos – considerados divergentes quanto à visão de energia, participaram de debates sobre o tema e tiveram informações sobre alguns resultados da pesquisa na qual haviam atuado como sujeitos. Cada texto foi entregue aos estudantes uma semana antes da sessão em que seria discutido, com a solicitação de que o lessem previamente.

As aulas foram filmadas com a intenção de recuperar os discursos e foram realizadas entrevistas gravadas com alguns alunos.

1. Da paráfrase conceitual, como fechamento de sentidos, para o deslocamento na significações de energia

O funcionamento da leitura com alunos de Física é exemplificado com dois movimentos ocorridos no trabalho com estes textos divergentes relacionados com energia numa das turmas.

Primeiro movimento: cristalização do conceito de energia, enfatizando a conservação: possíveis paráfrases do dito em textos e aulas.

Quando analisamos as falas dos alunos entrevistados da turma B, a seguinte fala obtida numa entrevista,

⁴³ **Pesquisador:** ... Por que a maioria não achou as noções de transformação, formas, quantização da energia e só identificou conservação da energia nos textos estudados?

⁴⁴ **F:** São duas respostas. A primeira seria, talvez, eles estão lendo como eu, de uma forma geral, estão lendo assim da forma diretamente como eu falei, sem se prender a detalhes. Talvez nessa leitura geral, essas formas de energia, talvez elas não entrem tanto, tão explícitas assim, tão fáceis de se perceber, talvez eles lêem de uma forma que não é fácil de perceber, e se prendem à conservação da energia que é uma coisa, o básico. A outra resposta é que o pessoal já vem com essa noção de, as formas de energia, por exemplo, já está bem estruturada nas cabeças deles, que têm energia térmica etc., mas aí a conservação da energia talvez seria um degrau acima desse conceito de formas de energia. Então já vêm com esse conhecimento prévio de conservação, então já vai lendo, enfocando para alguma coisa. Então já vai lendo, esperando que o cara vai falar de conservação, então tudo o que o cara fala já lê conservação,

nesta fala temos indícios das diferentes razões que emergem para explicar o porquê se enfatiza a conservação à frente de outras significações de energia, por exemplo: o tipo de leitura que se faz dos textos – “de forma geral”, “sem pegar os detalhes” –, uma estruturação do conceito que enfatiza a noção de conservação, “por estar mais estruturada”, “reforçada na cabeça do aluno”, apagando as outras idéias, as outras noções ou subjugando-as, submetendo-as ao domínio da conservação como dispôs o paradigma da Física “newtoniana”.

Em outras falas para a mesma pergunta uma outra aluna respondeu

¹² **N:** O texto do Feynman, até que foi, assim, um pouco mais produtivo; eu acho, Prigogine foi um pouco mais restrito, pelo que eu me lembro, também não lembro direito. Não sei, talvez porque isso esteja mais reforçado na cabeça das pessoas. Será que é isso? A gente já sabia a priori que o texto era sobre conservação de energia ou isso estava logo no começo, não lembro direito. Mas, talvez seja por isso, por a gente não discutir tanto isso, por exemplo, diferentes formas que a energia se apresenta, tá, tá, tá, tá, tal. Porque quando a gente vai aprender, a gente já aprende dessa forma, dessa questão da energia ser conservada; então não sei, porque isso esteja mais forte nas cabeças das pessoas.

E ainda

¹⁴ **N:** Não sei se se esquece, mas eu acho que o outro fica muito mais evidente. Se aquilo está na sua cabeça fica mais fácil você reconhecer aquilo. Não sei. Talvez seja isso.

Segundo reconhecimento da própria aluna,, parece se produzir uma cristalização do conceito, que afeta sua apreensão completa em uma dada racionalidade, e *a fortiori* a apreensão de outras significações que possam estar formando parte da mesma rede conceitual e que estariam em um patamar racional (Bachelard, 1974) diferente, por exemplo a noção de conservação das diferenças qualitativas, que é uma noção introduzida no texto de Prigogine & Stengers, que está localizada na racionalidade caótica, ou outras que têm relação com a Física quântica-relativista, e, inclusive, significações que possam emergir do cotidiano do aluno.

Livros didáticos e aulas, após a emergência histórica – década de 1840 – deste significado – a conservação da energia – enfatizam a sua importância em relação aos outros significados, como se a simples enunciação da conservação compreendesse também as outras significações. Além disso, apagam-se as condições para que a própria significação de conservação possa ser considerada, p. ex. a condição de sistema isolado.

Segundo movimento: deslocamento nas significações dos alunos, possível polissemia conceitual.

Agora, para continuar, prestemos atenção à seguinte fala dos alunos de uma das turmas durante a discussão do texto de Feynman e observemos como é o movimento em suas significações de energia.

⁵⁴ **Pesquisador:** Estamos falando do princípio de conservação que se tenta representar com esta, com esta analogia. Com esta analogia ele pretende representar um princípio. Então, esse princípio que ele pretende representar pode ir além de qualquer coisa? Qual é o além? Qual é o limite desse princípio? Qual é o limite?

⁵⁷ **Um aluno:** Não tem limite!

⁵⁸ **I:** Não tem limite.

⁵⁹ **Vários alunos:** Não tem limite!

⁶¹ **B:** Pode ser qualquer coisa e a gente descobrir a natureza dessa qualquer coisa, a gente sabe que vai voltar no ponto de início. Não é isso?

⁶² **A:** A energia sempre é constante.

⁶⁷ **H:** A quantidade de energia do universo não é, digamos, finita?

⁶⁹ **Pesquisador:** Eu me vou permitir ler umas palavras de Henri Poincaré, citadas no texto de Bachelard. Ele diz:

“Incluso os princípios gerais podem perder seu sentido se não se aponta a uma aplicação precisa. O princípio de conservação da energia não deve entrar em jogo mais que a propósito de sistemas isolados, de modo que se tenha simultaneamente conservação da energia e conservação do sistema”

O princípio não é válido para os sistemas reais, não é válido. É válido para um sistema ideal, isolado, isolado, fechado.

⁷⁰ **Professora da turma:** Ficou claro isso para vocês o que José Luis diz?... Olha, o que ele está dizendo é dramático. Ele diz uma coisa seríssima. Não existe no mundo real! Foi isso que ele disse?

[Algum estudante pede que se leia novamente o texto e a professora lê]

⁷⁵ **Professora:** Ah, então são as palavras de Poincaré: “O princípio de conservação da energia não deve entrar em jogo mais que a propósito de sistemas isolados, de modo que se tenha simultaneamente conservação da energia e conservação do sistema”.

⁷⁶ **Professora:** Ou seja: é possível conseguir um sistema totalmente isolado? Se a resposta for não, a conservação da energia no mundo real...

⁷⁷ **Vários estudantes:** Não existe!

⁷⁸ **Professora:** É isso que ele diz. [indica o pesquisador]. A aula é dele.

⁷⁹ **H:** A conservação existe sim, mas a gente só não tem como..., a conservação existe, o que a gente só não tem como delimitar o sistema, a gente não consegue como delimitar o sistema para conter toda essa energia. Mas ela existe. A conservação da energia existe. A gente sempre pode simplificar os experimentos e tentar sempre tender a isso e mostrar que a gente está... mostrar que isso existe.

⁸⁵ **H:** Num sistema real. O que passa é que não se pode delimitar o sistema.

⁸⁶ **A:** As duas coisas têm que ser juntas. Se você não fechar o sistema, você não tem a conservação da energia.

Temos nesse episódio indício do deslocamento na conceituação que os estudantes expressam; primeiro afirmam que a energia se conserva em qualquer sistema (ideal ou real), quer dizer, que não há condição limite para a aplicação deste princípio (falas 57-67) e depois, que o princípio só é válido em sistemas ideais (fala 77). Em particular, o estudante **A** tem produzido deslocamento na sua significação; inicialmente (fala 62) afirma que “*A energia sempre é constante*” e depois declara “...*Se você não fechar o sistema, você não tem a conservação da energia*” (fala 86). Enquanto o estudante **H** permanece em sua significação (falas 79 e 85), em relação a que a conservação é um princípio universal aplicável a qualquer sistema. Sobre esta posição do aluno **H**, voltarei mais tarde a falar.

Notamos, no episódio, formações discursivas dos estudantes, do pesquisador, da professora e de um texto de Poincaré, citado por Bachelard, que expressam formações ideológicas diferentes, posturas epistemológicas divergentes, quer na racionalidade moderna cristalizada, que busca legislar a realidade, interpretando-a de uma maneira idealizada, como uma máquina simples, com princípios todo poderosos que operam sem nenhuma condição, por exemplo o princípio universal de conservação da energia, quer em uma racionalidade que foge da cristalização do conhecimento, que busca entender o mundo e seus processos de uma maneira real e complexa e que entende as regras, que representam os fenômenos, operando sob certas condições e limites. Instala-se aí, de fato, uma relação polêmica entre essas formações discursivas como entendida por Maingueneau (1997, p. 122), que é constitutiva dos discursos divergentes nesse *espaço discursivo*.

2. Conceitos físicos, realidade e modelos. Estimulando a polissemia no dizer.

Apresentamos, agora, dois episódios que manifestam de maneira mais decisiva a ruptura com a “cristalização conceitual” em relação à energia e dão indícios de aberturas polissêmicas por parte alunos.

A não leitura do texto de Prigogine & Stengers, por vários alunos de uma turma, levou-nos a adotar uma estratégia de trabalho que implicava uma leitura coletiva, dirigida pelo pesquisador, usando frações do texto, projetadas em uma tela, enquanto era lido, em voz alta, por um dos alunos, enquanto os outros acompanhavam no texto que lhes tinha sido entregue. Esta leitura era seguida de discussões do texto. Apresentamos um recorte dessa discussão a seguir:

⁹⁰ **N:** [Ela lê o texto indicado]

“A interpretação de Clausius reveste uma significação muito profunda, que terá repercussões importantes: a natureza é, sem dúvida, um reservatório inesgotável de energia e, acima de tudo, de energia térmica, mas nós não podemos dispor dessa energia sem condições. Nem todos os processos que conservam energia são possíveis. Diferença alguma de energia pode ser criada sem destruição de uma diferença ao menos equivalente. No ciclo de Carnot o trabalho produzido paga-se com um fluxo de calor que diminui a diferença de temperatura das fontes. O trabalho mecânico produzido e a diminuição da diferença de temperatura estão ligados idealmente por uma equivalência reversível: a mesma máquina, funcionando ao contrário, pode restaurar a diferença inicial, consumindo o trabalho produzido.”

⁹² **H:** Eu não pude alcançar esse ao menos equivalente. É equivalente! Quando ele fala assim “diferença alguma de energia pode ser criada sem destruição de uma diferença ao menos equivalente”, por que ele fala esse ao menos equivalente?

⁹³ **A:** Pensando nas perdas no processo, né? A dissipação.

⁹⁴ **H:** Mas esse ao menos aí diz que a conservação não pode então ser tão conservante.

⁹⁶ **Um aluno:** Porque não é !

⁹⁷ **N:** Por que se for, é o que ele tinha falado [indicando Q], porque se fosse assim o rendimento seria o 100%.

⁹⁸ **H:** Pois é estranho, né?

A leitura refere-se a um trecho do texto de Prigogine e Stengers onde fazem referência ao conceito de conservação das diferenças qualitativas da energia. Veja-se nas falas de **H** (falas 92, 94, 98 do episódio), a “dificuldade” para a apropriação desse conceito e sua referência novamente ao conceito de conservação da energia fora do contexto no qual este se aplica, isto é, sistemas ideais, isolados. No entanto a aluna **N** parece se apropriar “prontamente” da idéia (fala 97), da mesma forma que o aluno **A** (fala 93). Este último aluno teve, em falas anteriores durante a discussão de um dos textos, um deslocamento conceitual consciente que lhe permitiu a apropriação da noção de sistema isolado como condição necessária para fazer uso do modelo implicado na idéia de conservação da energia e que em um sistema dissipativo, como ele mesmo diz, deve “*pensar-se nas perdas no processo*” (fala 93); de modo que ele não parece ter tantas dúvidas no que se exprime com a frase “*ao menos equivalente*”. Fazendo uso dessa noção (sistema isolado – conservação da energia) como arcabouço, parece se apropriar do conceito de conservação da *diferença qualitativa de energia* como integrante de uma mesma comunidade conceitual da primeira noção, quando se consideram sistemas reais.

Na formação discursiva que fala das diferenças qualitativas das energias e da invariância dessas diferenças qualitativas, que forma parte do discurso relacionado com o texto de Prigogine e Stengers, é necessário entender que a conservação da energia é um modelo e como tal tem limites para sua aplicação, neste caso a existência de um sistema isolado (ideal). Quer dizer, a compreensão do conceito de conservação das diferenças de energia, que esses autores apresentam em seu texto, pressupõe a “tradução” da idéia de existência de sistema isolado como condição para a conservação da energia. No caso do aluno **H** que negava a primeira relação (vide falas 67, 79 e 85 na Série de falas 1), como já foi comentado, verificar-se-á dificuldade no entendimento do conceito levantado no texto de Prigogine que foi discutido na aula seguinte.

De fato, a turma se configurou aí como um “tribunal” que avaliou a coerência das formações discursivas em relação ao espaço discursivo onde estas eram formuladas, isto é, em referência a se o sistema é um sistema idealizado ou pelo contrário é um sistema real – compreendendo que neste caso a conservação da energia não pode ser aplicada.

Mas, que outras conclusões podem ser extraídas dos indícios que a análise de discurso nos fornece em relação ao percurso discursivo do aluno **que negou a necessidade de sistema isolado?** Ainda que em um *conhecimento primeiro* possa parecer que ele permaneceu incólume, diferentemente de todos nós, neste processo discursivo, e que permaneceu com suas significações originais a despeito das inúmeras mediações sociais e simbólicas que aconteceram durante este processo pedagógico, isso não pode ser afirmado. Que nos poderá estar dizendo ele com essa frase derradeira e lacônica “*Pois é estranho, né?*”, no contexto deste processo discursivo? Essa locução parece nos indicar que algo se deslocou nele, que algo mexeu na sua estrutura de conceitos. Tentemos fazer uma leitura a respeito.

Neste processo pedagógico, ele começou nos falando que

⁵ **H:** O texto ele... Tem ordem aqui? [vários falam que não, para que ele continue] Acho interessante porque ele não se preocupa tentar dizer o que é a energia. Porque como a energia é uma coisa muito abstrata, ele não tem como tentar substancializar o que é a energia, digamos assim, ele se preocupa mais falar sobre como é que ela se apresenta, né? E então, trata mais da conservação de energia, e... gostou do termo? [há um comentário não compreensível da N] E então, só que é um texto muito, eu acredito, que para um leigo em física. Quem já tem um conhecimento a mais em física acha o texto... até bem em conteúdo.

Esta fala inicial revela-nos uma procura da afirmação metalingüística – via a colocação e a busca de negociação de significados. Nesta fala ele se coloca, como um interlocutor válido, não só para os outros alunos, mas também para o professor; ele busca se definir como conhecedor do que está falando quando nos interpela com “*gostou do termo?*”, isto é, ele fala que é um termo da física, da qual vai falar. Para ele não basta dizer, e se colocar desde o início no centro da discussão, mas tem que falar que disse, entrando na interdiscursividade da física, no que se refere ao fechamento de significados, para se confirmar dentro da ciência.

Agora, interessa-nos buscar indícios que nos informem a respeito de se ele está simplesmente parafraseando ou também está refletindo em relação ao lido e falado. Isto é, tentar compreender, na discursividade de **H** e no processo discursivo, indícios em relação a qual é o funcionamento da leitura divergente, para o que reconhecemos que a leitura é fundamentalmente um meio para a reflexão, *a fortiori* a leitura implicada no “*mecanismo polêmico*” (Maingueneau, 1997). Ele foi um dos alunos que manifestou ter feito, previamente, uma leitura completa do texto; também se constituiu num sujeito polêmico neste processo desde a primeira aula. No percurso da discussão, ele levantou algumas argumentações de sua posição (por exemplo, no primeiro episódio exposto), emitiu falas que eram expressão da interdiscursividade da ciência em relação a significados que se apresentam como “*crystalizados*” e que se manejam como metalinguagem na física, p. ex. “*A conservação existe sim, mas a gente só não tem como, a conservação existe, o que a gente só não tem como delimitar o sistema, a gente não consegue como delimitar o sistema para conter toda essa energia. Mas ela existe. A conservação da energia existe. A gente sempre pode simplificar os experimentos e tentar sempre tender a isso e mostrar que a gente está... mostrar que isso existe.*”. Há nessa fala uma formação discursiva na qual o modelo é tomado como a realidade, aí a teoria para explicar os fenômenos vira realidade. Nessa formação discursiva expressa que trabalha a física com fenômenos “*simplificados*” ou idealizados, apagando o referente real, o real já não é verdade, o que é verdade é a sua *simplificação*, sua idealização. É levando em conta essa “*história*” que podem ser entendidas as falas (92, 94 e 98), emitidas por ele no último recorte, como um indício de deslocamento, como efeito, também, de uma ação reflexiva. Essa formação confronta-se com outra formação discursiva que também percorre o discurso da ciência e visa trabalhar com a complexidade do fenômeno e que, também, foi expresso nesse recorte em outros momentos durante o processo discursivo – na discussão do texto de Feynman. Assim podemos nos referir ao “*mecanismo polêmico*” ao longo das interações. A exploração das possibilidades reais da tensão paráfrase/polissemeia é estimulada pelo mediador polêmico da divergência, mas

relacionado com outros mediadores simbólicos componentes da formação discursiva que trabalha com sistemas idealizados: *o sistema isolado* implicado na *conservação da energia*; assim como por outros mediadores sociais. Sua fala “*Mas esse ao menos aí diz que a conservação não pode então ser tão conservante*”, revela um enunciado que não é exclusivo da rede de formação discursiva que constitui o núcleo da racionalidade clássica newtoniana; tem-se aí uma negação polêmica que revela que a formação discursiva expressa pelo estudante se inscreve, também, de fato, em outra rede simétrica. Assim, ele dá indício, na sua interpretação – “tradução” – do texto, que está em via de integrar um outro significado em sua rede de significações em relação à energia. Também é interessante destacar que o fato de que ele se revele, de maneira tão aberta, como o faz neste processo, permite-nos intuir a segurança e confiança em que se sente, ele parece estar à vontade neste espaço educativo, isto é, ele se integrou, como o resto da turma, a um diálogo polêmico que é constitutivo das formações discursivas que configuram seu discurso.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DA FÍSICA

Concluimos que o discurso pedagógico instala na sala de aula, via o currículo e/ou o currículo em ação, um conjunto de informações de conteúdos que na maioria das vezes constituem o produto de processos de busca de conhecimentos nas ciências. Esses conhecimentos são apresentados como resultados de consenso na ciência e quase como “naturais” e, desse modo, os modelos que servem de base explicativa dos fenômenos e eventos terminam por se metamorfosear vindo a ser a “realidade”; assim estas representações, dos fenômenos e eventos, deixam de funcionar como fechamento de sentidos, provisórios, historicamente constituídos pelo homem e se “cristalizam”, fazendo-as paráfrase permanente, apagando outras significações que se tenham podido criar e fechando a possibilidade de outros significados que a ciência possa vir desenvolver. Dessa maneira priorizam-se determinadas racionalidades, como a mecânica clássica e em particular a perspectiva newtoniana, no discurso pedagógico da física.

Deslocar o discurso pedagógico na direção de um discurso polemico implica a necessidade permanente e compartilhada dos interlocutores de colocarem esse mecanismo em funcionamento, isto é, implica a necessidade de colocação e explicitação de formações discursivas divergentes – contidas, entre outras possibilidades, em leituras divergentes – na sala de aula, e a partir daí, através de diversos e complexos processos de mediação social e simbólica, que estimularam a des-construção e re-construção dos conceitos – implicados nas formações discursivas que interagem nesse processo discursivo – segundo o mecanismo polêmico descrito. Decorrem daí importantes implicações para o processo de re-significação dos conceitos dos interlocutores participantes desse processo educativo. Tem-se assim, numa perspectiva sincrônica – o processo como parado no tempo –, uma descrição do trabalho pedagógico implicado. Trabalho pedagógico no que o saber escolar não é só um conteúdo específico mas, também, compreende aspectos da produção do conhecimento científico relacionado com esse conteúdo – pontos-chave e campo discursivo compartilhado na polêmica.

Possibilita-se, no exercício de leitura dos textos divergentes, que o leitor, estudante de física, se sinta e se veja como parte do “tribunal” – que valora uma dada formação discursiva –, ou pelo menos como público de algo mais que os resultados da racionalidade científica. Torna-se possível também, dependendo da forma como a leitura destes textos for trabalhada, que critérios dos próprios alunos associados a representações, concepções de conhecimento, ideologias venham à tona, como “regras” que não fazem parte deste campo discursivo que é Física, mas que deveriam sê-lo do Ensino de Física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Maria J. P. M. *Textos escritos no ensino da Física. A influência de proposições na solução de problemas*. São Paulo, 1987. Tese de doutorado. IP, USP.
- BACHELARD, Gaston.. A filosofia do não. In: *Os Pensadores*. São Paulo: Abril S.A., 1974. v. XXXVIII, pp.159-221.
- _____. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.
- BERNARDES, Newton. *Termodinâmica, linguagem e indeterminação*. Campinas: UNICAMP, 1999.
- BROOKS, Larry W. & DANSEREAU, Donald F. Effects of structural schema training and text organization on expository prose processing. *J. Educ. Psych*, v. 75, n. 6, pp. 811-820, 1983.
- COOK, Linda & MAYER, Richard E. Teaching readers about the structure of scientific text. *J. Educ. Psych*, v. 80, n. 4, pp. 448-456, 1988.
- GARCIA J. A. M. Comprensión y lenguaje a partir de textos. In: RODRIGUEZ, M. M. (org.). *El Papel de la Psicología del aprendizaje en la formación inicial del profesorado*, Cuaderno del I.C.E. Madrid: U.A.M, 1995.
- GIL-PÉREZ, Daniel. New trends in science education. *International J. Science Education*, v. 18, n. 8, pp. 889-901, 1996.
- GRECA, Ileana M. & MOREIRA Marco A. Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto del concepto de campo electromagnético en alumnos de Física General, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. *Investigações em ensino de ciências*, v. 1, n. 1, abril, 1996.
- GRECA, Ileana M. et al. Representações mentais utilizadas por alunos de Física geral na área da mecânica. In: *Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências. Linguagem, cultura e cognição. Reflexões para o ensino de Ciências*. Belo Horizonte: UFMG-FE: UNICAMP-FE, 1997, pp. 312-327.
- GUTIERREZ, Rufina & OGBORN, Jon. A causal framework for analysing alternative conceptions. *Int. J. Sci. Educ*, v.14, n. 2, pp. 201-220, 1992.
- KOCH, Adina & ECKSTEIN, Shulamith G. Improvement of reading comprehension of physics text by students question formulation. *Int. J. Sci. Educ*, v.13, n. 4, pp. 473-485, 1991.
- KUHN, Thomas S. *The Structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press, 1970.
- MAINGUENEAU, Dominique. *Novas tendências em análise do discurso*. Campinas/SP: Pontes: UNICAMP, 1997.

- MASSA, Marta et al. ¿Qué se lee en el enunciado de un problema? In: *Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências*. Linguagem, cultura e cognição. Reflexões para o ensino de Ciências. Belo Horizonte: UFMG-FE: UNICAMP-FE, 1997, pp. 361-371.
- MAYER, Richard E. & COOK, Linda Dyck Jennifer. Techniques that help readers build mental models from scientific text: definitions pretraining and signaling. *J. Educ. Psych*, v. 76, n. 6, pp. 1089-1105, 1984.
- MICHINEL, José Luis. O funcionamento de textos divergentes sobre energia com alunos de Física : a leitura no ensino superior. Tese de doutorado da UNICAMP, FE. Campinas, SP: UNICAMP, 2001.
- MOREIRA, Marco A. & LAGRECA, Maria do C. B. Representações mentais dos alunos em mecânica clássica: três casos. *Investigações em ensino de ciências*, v. 3, n. 2, agosto, 1998.
- MORTIMER, Eduardo F. & MACHADO, Andréa H. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: Por que o gelo flutua na água? In: *Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências*. Linguagem, cultura e cognição. Reflexões para o ensino de Ciências. Belo Horizonte: UFMG-FE: UNICAMP-FE, 1997, pp. 167-190.
- MORTIMER, Eduardo. Conceptual change or conceptual profile change? *Science Education*, v. 4, pp. 267-285, 1995.
- OLIVEIRA, Mauricio P. P. *O uso de modelos no ensino da física: uma aplicação aos circuitos elétricos*. São Paulo, 1988. Dissertação de mestrado. IF/FE, USP.
- ORLANDI, Eni. *A Linguagem e seu funcionamento*. As formas do discurso. Campinas: Pontes, 1996. 276p.
- _____. *Análise de discurso*. Princípios & Procedimentos. Campinas: Pontes, 1999. 100p.
- PÊCHEUX, Michel.. *Semântica e Discurso*. Uma crítica à afirmação do óbvio. Campinas: UNICAMP, 1995. 317p.
- PRIGOGINE, Ilya & STENGERS, Isabelle. *A nova aliança*. Brasília: Editora UnB, 1997.
- SCALA, Sérgio B. N. *Aprendizagem e leitura: a técnica de cloze na compreensão de relações de física*. São Paulo, 1980. Dissertação de mestrado. IF/FE, USP.
- SILVA, H. C. e ALMEIDA, M. J. P. M. (1998) - Condições de produção da leitura em aulas de Física no ensino médio: um estudo de caso. In ALMEIDA, M. J. P. M. e SILVA, H. C. (1998) - *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas, SP: Mercado de Letras: ALB, p. 131-162.
- SILVA, H. C. (1997) - *Como, quando e o que se lê em aulas de Física no ensino médio: elementos para uma proposta de mudança*. Dissertação de mestrado. Campinas, SP: Faculdade de Educação da Unicamp, 164p.
- STIPCICH, Maria S. & MASSA, Marta. Comprensión de consignas y comprensión de textos: ¿Cosas diferentes? *Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências*.

Linguagem, cultura e cognição. Reflexões para o ensino de Ciências. Belo Horizonte: UFMG-FE: UNICAMP-FE, 1997, pp. 351-360.

YASSUKO, Hosoume. *Proposta de um modelo “espontâneo” de movimento*. São Paulo, 1986. Tese de doutorado. FE, USP.

ZANETIC, João. *Física também é cultura*. São Paulo, 1989. Tese de doutorado. FE, USP.