UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE DOUTORADO

A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS) NO ENSINO DA TERMOQUÍMICA:

análise da construção discursiva de uma professora sobre conceitos científicos

Ruth do Nascimento Firme

Recife - Pernambuco
Setembro - 2012

RUTH DO NASCIMENTO FIRME

A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS) NO ENSINO DA TERMOQUÍMICA:

análise da construção discursiva de uma professora sobre conceitos científicos

Tese apresentada por **Ruth do Nascimento Firme** ao curso de Doutorado em Educação, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Educação.

Linha de Pesquisa: **Didática de Conteúdos específicos**.
Área de Ciências.

Orientadora: **Francimar Martins Teixeira Macedo**

Recife - Pernambuco
Setembro - 2012

Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecária Responsável: Andréia Alcântara, CRB-4/1460

F524a Firme, Ruth do Nascimento.
A abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino da termoquímica: análise da construção discursiva de uma professora sobre conceitos científicos / Ruth do Nascimento Firme. – Recife: O autor, 2012.
290 f : il. ; 30 cm.

Orientadora: Francimar Martins Teixeira Macedo.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE. Programa de Pós-graduação em Educação, 2012.
Inclui bibliografia e apêndices.

1. Química - Estudo e ensino 2. Termoquímica. 3. UFPE - Pós-graduação. I. Macedo, Francimar Martins Teixeira. II. Título.

CDD 540.7 (22. ed.) UFPE (CE2012-84)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE DOUTORADO

A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS) NO ENSINO DA TERMOQUÍMICA: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DISCURSIVA DE UMA PROFESSORA SOBRE CONCEITOS CIENTÍFICOS

Tese aprovada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Pernambuco.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Francimar Martins Teixeira Macedo
(Orientadora)
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Profa. Dra. Angela Fernandes Campos
(Examinador externo)
(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral
(Examinador externo)
(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)

Profa. Dra. Silvania Sousa do Nascimento
(Examinador externo)
(Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG)

Profa. Dra. Maria Lúcia Ferreira de Figueiredo Barbosa
(Examinador interno)
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Aprovada em 28 de setembro de 2012 no Departamento de Educação da UFPE

Para

Amaro Apolônio do Nascimento,

eterno e amado pai *(in memorian*) e

Maria de Lourdes Gomes do Nascimento,

mãe querida, minha fortaleza.

AGRADEÇO

A **DEUS**,
pela luz recebida ao longo desta caminha.

A **minha família**,
pelas palavras de conforto, paciência e amor.
Em especial a **Eduardo Firme**, meu filho, com quem dialoguei muitas ideias.

A minha orientadora **Francimar Teixeira**,
com quem aprendi muito como pessoa e como pesquisadora
e pela qual tenho grande carinho, respeito e admiração.

Aos professores **Silene Schuler** e **Edgar Filho**,
por carinhosamente permitirem que esse estudo se tornasse realidade.

A professora e amiga **Edenia Maria Ribeiro do Amaral**,
por acreditar em mim como pessoa, professora e pesquisadora.

Ao analista do discurso **Patrick Charaudeau**,
por atenciosamente esclarecer algumas de minhas indagações
durante o II Fórum Internacional de Análise do Discurso - Rio de Janeiro/2010.

Aos professores **Ida Lúcia Machado** e **William Menezes**,
pelas contribuições carinhosamente concedidas .

A **todos** do **Grupo de Ensino de Ciências**,
pela amizade construída.

As professoras **Suely Alves da Silva e Analice de Almeida Lima**,
pela confiança, carinho e atenção.

A **Cássia Costa**,
pelas contribuições nas traduções dos textos.

Aos **colegas** de turma,
com os quais dividi as primeiras ideias e as primeiras angústias.

A todos que fazem o **Programa de Pós-Graduação em Educação** da UFPE,
Coordenador, professores e funcionários.

Ensino *porque busco,*
porque indaguei, porque indago e me indago.
Pesquiso *para constatar, constatando,*
intervenho, intervindo educo e me educo.

Paulo Freire, 2002.

RESUMO

Nesta tese tivemos como objetivo investigar como professores de química constroem seus discursos quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS. Nosso intuito foi o de identificar indicadores de possibilidades e limitações para a emergência do discurso argumentativo e delinear implicações das construções discursivas desses professores para o processo de reconstrução de significados de conceitos científicos e, por conseguinte, para a vivência de uma abordagem CTS.

A metodologia seguiu os parâmetros de uma pesquisa qualitativa interpretativa, se constituiu como estudo de caso e abordou os resultados qualitativa e quantitativamente. Para organização, construção e análise do *corpus* consideramos estratégias sugeridas pela etnografia interacional, pressupostos da Teoria Semiolinguística de Patrick Charaudeau e da Teoria da Enunciação de Bakhtin. Optando por investigar a construção discursiva de um dos professores, esta pesquisa envolveu uma professora de química com vivência em abordagem CTS e ocorreu em uma escola da Rede Estadual de Pernambuco com uma turma da 2ª série do Ensino Médio composta de 20 estudantes com faixa etária entre 16 e 18 anos.

Os resultados mostraram que a construção discursiva da professora emergiu em função: de identidades psicossociais institucionalmente legitimadas para a professora e estudantes que implicou numa relação as

simétrica entre ambos; de finalidades tais como, fazer saber – informar; fazer crer – estabelecer verdades e mostrar as provas; e de fazer saber-fazer – instruir –; de conceitos científicos sistematizados num sistema de relações; e de uma situação de comunicação interlocutiva. Para atender essas restrições situacionais, a professora recorreu, dentre outras, às seguintes estratégias discursivas: criar oportunidades para os estudantes se expressarem seja por enunciações incompletas, seja por interrogações; dirigir-se aos mesmos, explicitamente ou implicitamente, na tentativa de fazê-los sentirem-se co-participantes da aula; interrogá-los frequentemente com uso de interrogações plenas convergentes, interrogações retóricas e interrogações semirretóricas; e apresentar o discurso científico através de asserções. Todavia, discurso argumentativo não foi instaurado porque as asserções em suas relações de causalidade não foram problematizadas e, por conseguinte, não foi estabelecido um quadro de questionamento que implicasse um ato de persuasão. Alguns indicadores de possibilidades e limitações foram identificados. Dentre as possibilidades, podemos destacar a ampliação do âmbito dos conceitos trabalhados articulando-os a outros fatos e/ou conceitos científicos à medida que ativa determinados conhecimentos prévios dos estudantes e aumenta a capacidade dos mesmos de explicar e justificar suas hipóteses. Dentre as limitações, destacamos a ausência da atividade de problematização das asserções que implicasse em uma tomada de posição e em um ato de persuasão. Algumas implicações da construção discursiva da professora para o processo de reconstrução de significados dos conceitos científicos trabalhados foram delineadas, dentre outras: o uso do modo descritivo e de componentes do modo argumentativo contribuiu para que os significados científicos fossem introduzidos em sala de aula ao longo dos episódios analisados.

Embora o estudo de caso tenha suas limitações quanto à generalização dos resultados, as considerações resultantes desta tese apontam para formação e prática docente. Sobre as quais, dentre muitas outras questões, indagamos: é possível de fato, instaurar o discurso argumentativo nas aulas de Ciências a partir de polêmica, de divergências de pontos de vista acerca dos conceitos científicos, considerando a natureza canônica desses conceitos e a assimetria entre professor e estudantes que decorre principalmente da diferença do domínio de conhecimentos?

Palavras-chave: abordagem CTS, termoquímica, construção discursiva, argumentação, reconstrução de significados.

ABSTRACT

In this thesis we aimed to investigate how chemistry teachers construct their speeches when they teach Thermochemistry's scientific concepts in a CTS approach. Our aim was to identify indicators of possibilities and limitations for the argumentative discourse's occurrence and outline implications of these teacher's discursive constructions to the reconstruction process of scientific concepts' meanings and, therefore, for the experience of a CTS approach.

The methodology followed the parameters of a qualitative interpretative research, it was constituted as a case study and discussed the results qualitatively and quantitatively. For organization, construction and analysis of the corpus we considered strategies suggested by the interactional ethnography, assumptions of the Patrick Charaudeau's Theory of Semiolinguistics and of Bakhtin's Theory of Enunciation. Opting to investigate one of the teachers' discursive construction, this research involved a chemistry teacher with experience in CTS approach and took place at a public school in Pernambuco with a group of high school's 2nd year consisted of 20 students aged between 16 and 18.

The results showed that the teacher's discursive construction emerged due: psychosocial identities institutionally legitimized for the teacher and students which caused an asymmetric relationship between them; purposes such as making know - to inform; making believe – to establish truths and show the evidences; making know how to do – to instruct ; scientific concepts systematized in a relations system, and a situation of interlocutive communication. To meet these situational constraints, the teacher appealed, among others, to the following discursive strategies: creating opportunities for the students to express themselves either by incomplete utterances, whether by questions; address to the students, explicitly or implicitly, in an attempt to make them feel partakers of class; interrogating them often using plenary convergent questions, rhetorical questions and semi rhetorical questions; and presenting scientific discourse through assertions. However, argumentative discourse was not initiated because the assertions in their causal relationships were not problematized, therefore, a framework of questioning that implied a persuasion act was not established. Some indicators of possibilities and limitations were identified. Among the possibilities, we can highlight the expansion of the scope of the concepts teached linking them to other facts and/or scientific concepts while activating certain prior knowledge of students and increasing their ability of explaining and justifying their assumptions. Among the limitations, we highlight the absence of assertion's problematization activity that would imply a position and an act of persuasion. Some implications of the teacher's discursive construction for the reconstruction of meaning of scientific concepts teached were outlined, among others: the use of the descriptive mode and components of the argumentative mode contributed to the introduction of scientific meanings in the classroom along the episodes analyzed.

Although the case study has its limitations regarding the generalization of the results, the considerations arising from this thesis point to training and teaching practice. About which, among many other issues, we ask: is really possible to establish the argumentative discourse in science lessons by controversy, by showing different points of view about scientific concepts, considering the canonical nature of these concepts and the asymmetry between teacher and students that arises mainly from the difference of the domain knowledge?

Keywords: CTS approach, thermochemistry, discursive construction, argumentation, reconstruction of meanings.

RÉSUMÉ

Dans cette thèse, nous avons cherché à étudier la façon dont les professeurs de chimie construisent leurs discours lorsqu'ils enseignent concepts scientifiques de la Termochimie dans une approche CTS. Notre objectif était d'identifier les indicateurs de possibilités et de limites de la occurrence du discours argumentatif et délimiter les implications de les constructions discursives de ces enseignants dans le processus de reconstruction du sens des concepts scientifiques et, par conséquent, pour l'expérience d'une approche CTS.

La méthodologie a suivi les paramètres d'une interprétation qualitative, a constitué une étude de cas et discuté des résultats qualitativement et quantitativement. Pour l'organisation, la construction et l'analyse du *corpus* nous envisageons des stratégies proposées par l'ethnographie interactionnelle, la théorie Sémiolinguistique de Patrick Charaudeau et la théorie de l'énonciation de Bakhtine. En optant pour enquêter sur la construction discursive de l'un des enseignants, cette recherche a englobé une professeur de chimie avec expérience dans l'approche CTS et a eu lieu dans une école publique de l'état de Pernambuco avec un groupe de 2e année de l'école secondaire que se composait de 20 élèves âgés entre 16 et 18.

Les résultats ont montré que la construction discursive de la professeur a émergé en raison: de les identités psychosociales institutionnellement légitimés pour l'enseignant et pour les étudiants que ont impliqués dans une relation asymétrique entre eux; des fins telles que de faire savoir - informer, faire croire – établir des vérités et montrer des preuves; et faire savoir-à - faire – instruire –, de concepts scientifiques organisés dans un système de relations, et d'une situation interlocutive de communication. Pour répondre à ces restrictions situationnelles, l'enseignant fait appel, entre autres, à les stratégies discursives suivantes: créer des opportunités pour les étudiants de s'exprimer que se soit par des énoncés incomplets ou par des questions ; leur parler, explicitement ou implicitement, dans le but de les rendre sentir participants de la classe; les interroger souvent en utilisant des questions pleine et convergentes, questions rhétoriques et questions semi rhétoriques ; et présenter le discours scientifique biais affirmations.

Toutefois, le discours argumentatif n'a pas été initiée parce que les affirmations contenues dans leurs relations causales n'ont pas été problématisé et donc un cadre de questionnement qui impliquait un acte de persuasion n'a pas été établi. Quelques indicateurs de possibilités et limites ont été identifiées. Parmi les possibilités, on peut mettre en évidence l'expansion de la portée des concepts étudiés en les reliant à d'autres faits et/ou des concepts scientifiques alors que actif certaine connaissance préalable des élèves et augmente la capacité de les expliquer et de justifier leurs hypothèses. Parmi les limites, nous mettons en évidence l'absence de problématisation des affirmations lesquelles impliqueraient une position et un acte de persuasion. Certaines conséquences de la construction discursive de le professeur pour la reconstruction du sens des concepts scientifiques étudiés ont été présentés, entre autres: l'utilisation du mode descriptif et des aspestcts du mode argumentatif a contribué pour que les significations scientifiques étaient introduits dans la salle de classe au cours de les épisodes analysés.

Bien que l'étude de cas a ses limites en ce qui concerne la généralisation des résultats, des considérations découlant de cette thèse indiquent la formation et la pratique de l'enseignement. À propos de cettes considérations, parmi d'autres points, nous demandons: est-ce que c'est possible, en effet, établir le discours argumentatif dans les cours de sciences à partir de la controverse, de différents points de vue sur les concepts scientifiques, compte tenu de la nature canonique de ces concepts et de l'asymétrie entre l'enseignant et les étudiants que provient principalement de la différence de domain des connaissances?

Mots-clés: approche de la CTS, thermochimie, la construction discursive, l'argumentation, la reconstruction des significations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Silogismo CTS	28
Figura 02	Organização de conteúdos em abordagem CTS	38
Figura 03	Mapa conceitual da Termoquímica	46
Figura 04	Representação do ato de linguagem	83
Figura 05	Representação da relação argumentativa	95
Figura 06	Organização dos conteúdos na sequência de aulas da professora numa abordagem CTS	117
Figura 07	Representação da articulação entre o conceito de reação de combustão e outros fatos e/ou conceitos científicos	132
Figura 08	Representação da articulação entre o conceito de calor e outros fatos e/ou conceitos científicos	148
Figura 09	Representação da articulação entre os conceitos de reação exotérmica e reação endotérmica com outros conceitos científicos	167
Figura 10	Representação da articulação entre o conceito de entalpia de formação e outros fatos e/ou conceitos científicos	188
Figura 11	Representação da articulação entre o conceito de energia de ligação e outros fatos e/ou conceitos científicos	205

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Concepções de ciência, tecnologia e sociedade em currículos CTS	34
Quadro 02	Uma sequência de aprendizagem inspirada na concepção CTS e no modelo proposto por Aikenhead	38
Quadro 03	Categorias de ensino CTS	40
Quadro 04	Categorias modais e suas especificidades	89
Quadro 05	Procedimentos da Enunciação	92
Quadro 06	Procedimentos discursivos construção descritiva	93
Quadro 07	Modos de raciocínio e suas especificidades	96
Quadro 08	Quadro Analítico das construções discursivas dos professores de química	100
Quadro 09	Episódios de ensino-aprendizagem extraídos da sequência de aulas	111
Quadro 10	Convenções adotadas para transcrição dos episódios de ensino-aprendizagem	111
Quadro 11	Quadro Analítico da construção discursiva da professora de química quando trabalha conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS	114
Quadro 12	Mapa de atividades da sequência de aulas da professora	118
Quadro 13	Síntese da análise do episódio 1 “Trabalhando o conceito de Reação de Combustão”	143
Quadro 14	Síntese da análise do episódio 2 “Trabalhando o conceito de Calor”	157
Quadro 15	Síntese da análise do episódio 3 “Trabalhando os conceitos de Reação exotérmica e Reação endotérmica”	178
Quadro 16	Síntese da análise do episódio 4 “Trabalhando o conceito de Entalpia de Formação”	199
Quadro 17	Síntese da análise do episódio 5 “Trabalhando o conceito de Energia de Ligação”	215
Quadro 18	Síntese das análises dos episódios 1, 2, 3, 4 e 5	216

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	Distribuição dos turnos de fala ao longo dos episódios 1, 2, 3, 4 e 5	121
Gráfico 02	Representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas no episódio 1	138
Gráfico 03	Representatividade dos tipos de interrogações no episódio 1	139
Gráfico 04	Representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas no episódio 2	154
Gráfico 05	Representatividade dos tipos de interrogações no episódio 2	155
Gráfico 06	Representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas no episódio 3	173
Gráfico 07	Representatividade dos tipos de interrogações no episódio 3	174
Gráfico 08	Representatividade das categorias modais alocutivas, elocutivas e delocutivas no episódio 4	194
Gráfico 09	Representatividade dos tipos de interrogações no episódio 4	195
Gráfico 10	Representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas no episódio 5	211
Gráfico 11	Representatividade dos tipos de interrogações no episódio 5	212
Gráfico 12	Representatividade das categorias modais alocutivas nos episódios 1, 2, 3, 4 e 5	220
Gráfico 13	Representatividade dos tipos de interrogações ao longo dos episódios.	221
Gráfico 14	Representatividade das categorias modais delocutivas nos episódios 1, 2, 3, 4 e 5.	222
Gráfico 15	Tipos de interrogações durante as relações de causalidades estabelecidas	226

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Artigos sobre a abordagem CTS no ensino de Ciências	48
Tabela 02	Artigos sobre a argumentação no ensino de Ciências	71

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 15

CAPÍTULO 1 - A abordagem CTS, ensino de Química e a Termoquímica: entrecruzando caminhos 24

1.1 Introdução 24
1.2 Origem e desdobramentos do Movimento CTS 26
1.3 O Currículo CTS 30
1.3.1 Elementos do Currículo CTS 34
1.4 Conceitos de base da Termoquímica 43
1.5 Pesquisas sobre a abordagem CTS no ensino de Ciências 47

CAPÍTULO 2 - Processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS: contribuições de perspectivas teóricas socioculturais 53

2.1 Introdução 53
2.2 Pressupostos da Teoria da Mediação de Vigotski 54
2.3 Pressupostos da Teoria da Enunciação de Bakhtin 60
2.4 Argumentação: um modo específico de interação verbal 66

CAPÍTULO 3 - Fundamentos teórico-metodológicos da Semiolinguísta: estruturando o quadro analítico 78

3.1 Introdução 78
3.2 A Teoria Semiolinguística 79
3.2.1 Categorias centrais da Semiolinguística 82
3.2.1.1 Ato de linguagem 82
3.2.1.2 Contrato de comunicação e situação de comunicação 83
3.2.1.3 Modos de organização do discurso 87
3.3 O quadro analítico empreendido nesta investigação 99

CAPÍTULO 4 - Caminhos Metodológicos adotados: vislumbrando uma análise das construções discursivas de professores de química 102

4.1 Questões e objetivos 102
4.2 Metodologia 103
4.3 Os professores envolvidos 105
4.4 Contexto da pesquisa 107
4.5 Instrumentos de pesquisa 107
4.6 Organização e construção do *corpus* 108

CAPÍTULO 5 - Resultados e discussão: investigando a construção discursiva de uma professora de química 116

5.1 **Episódio 1**: Trabalhando o conceito de Reação de Combustão 125
5.2 **Episódio 2**: Trabalhando o conceito de Calor 143

5.3 **Episódio 3**: Trabalhando os conceitos de Reação Exotérmica e Reação Endotérmica 158
5.4 **Episódio 4**: Trabalhando o conceito de Entalpia de Formação 178
5.5 **Episódio 5**: Trabalhando o conceito de Energia de Ligação 199

CONSIDERAÇÕES FINAIS 233

REFERÊNCIAS 243

APÊNDICES 265

Apêndice A: Questionário 266
Apêndice B: Transcrição da sequência de aulas da professora de química 268
Apêndice C: Texto "Combustíveis e Energia" 289

INTRODUÇÃO

Partindo-se do pressuposto de que o homem é um ser social que se utiliza da linguagem como meio de construir o ***mundo a significar em um mundo significado discursivamente*** *e, assim, poder falar dele com seus interlocutores, torna-se de fundamental importância analisar as várias formas de comunicação social presente nas interações discursivas.*

Pauliukonis e Monerrat, 2008, p. 45. (Grifos nossos).

Esta investigação se inscreve em um conjunto de reflexões sobre o ensino de Química segundo abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (doravante CTS), utiliza-se de fundamentos da Teoria da Mediação de Vigotski, da Teoria da Enunciação de Bakhtin e da Análise Semiolinguística do Discurso de Patrick Charaudeau e tem como objetivo investigar, a partir das interações verbais que emergiram em sala de aula, construções discursivas de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS.

É denominada de abordagem CTS para o ensino de Ciências aquela que segue os princípios do Movimento CTS. O Movimento CTS surgiu em meados dos anos 60 e início dos anos 70 tanto em função "de problemas ambientais gerados pelo cenário socioeconômico da CT, como em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade (...)" (SANTOS, 2011, p. 23). Apesar de não ter se originado no contexto escolar, esse movimento desencadeou diversas inovações educativas tendo como referência uma concepção social da ciência e da tecnologia (VON LINSINGEN, 2004; PINHEIRO, 2005).

Seguindo os princípios do Movimento CTS, o objetivo do ensino de Ciências é alfabetizar científica e tecnologicamente os indivíduos (MANASSERO *et al*, 2001; OSÓRIO, 2002; SANTOS e MORTIMER, 2002) capacitando-os para tomada de decisão sobre questões da ciência e tecnologia na sociedade (SANTOS e SCHNETZLER, 1997; BAZZO, 1998; MANASSERO *et al*., 2001; SANTOS e MORTIMER, 2002).

Dessa forma, a abordagem CTS constitui uma possibilidade para a escola promover o desenvolvimento de indivíduos com posicionamento autônomo e crítico em situações

cotidianas diversas (BRASIL, 1999). Indivíduos capazes de, por exemplo, formular opiniões e juízos de valor que subsidiem reflexão para a tomada de decisão sobre questões que envolvem aplicações e implicações da ciência e da tecnologia na sociedade.

Portanto, uma primeira hipótese desta investigação é que a abordagem CTS é uma contribuição para o ensino de Ciências, e mais particularmente para o ensino de Química, visto que com ela se pretende contextualizar socialmente o estudo da ciência por meio de relações entre ciência, tecnologia e sociedade, promover a alfabetização científica e tecnológica e fornecer meios para desenvolver o pensar crítico e o exercício de tomada de decisão (ACEVEDO DÍAZ *et al*., 2003).

Para atender objetivos como os citados, é proposta a inserção de temas pautados em problemas sociais técnico-científicos (MARTINS e PAIXÃO, 2011). Nessa direção, são propostos temas sociais como pontos de partida e chegada das sequências de ensino com abordagem CTS (SANTOS e SCHNETZLER, 1997).

Nesta investigação optamos pelo tema Energia por três motivos. Primeiro, porque um dos grandes problemas da atualidade é a questão energética, ou seja, é "a produção, distribuição e o consumo de energia para o uso industrial, doméstico, agrícola, nos transportes, etc." (CHAGAS, 1999, p. 59). Segundo, porque a Química, enquanto ciência que estuda "as propriedades, a constituição e as transformações dos materiais e das substâncias" (MACHADO e MORTIMER, 2007, p. 28), lida com aspectos energéticos, considerando que "todo processo físico, químico ou biológico ocorre envolvendo uma troca de energia com o ambiente" (CHAGAS, 1999, p. 59). Terceiro, porque estudos indicam dificuldades dos estudantes acerca de conceitos científicos envolvidos nas transformações químicas, quais sejam: calor, energia, temperatura (MORTIMER e AMARAL, 1998) e combustão (SILVA e PITOMBO, 2006).

Tomando os motivos pelos quais optamos pelo tema Energia para ser trabalhado no ensino de Química numa abordagem CTS, inserimos esta investigação no ensino do conteúdo de Termoquímica, visto que, é neste conteúdo que comumente são tratadas as relações entre transformações químicas e os aspectos energéticos envolvidos.

Nesse sentido, uma segunda hipótese desta investigação é a pertinência do ensino da Termoquímica numa abordagem CTS, visto que poderia propiciar em sala de aula discussões sobre, por exemplo, processos de produção de energia, combustíveis usados nesses processos, poder calorífico desses combustíveis, motores automotivos de combustão interna, questões ambientais decorrentes da queima de combustíveis, soluções plausíveis para resolver tais problemas, etc. Enfim, poderia propiciar discussões mais amplas que transcendem a dimensão

científica, pois é inerente a este tipo de abordagem contextualizar socialmente os conteúdos científicos por meio de relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Adicionalmente, a aquisição de conceitos científicos da Termoquímica possibilitaria aos estudantes compreenderem, por exemplo, causas da poluição do ar provocada pela queima de combustíveis automotivos subsidiando reflexões para o exercício de tomada de decisão. Por exemplo: apreender o conceito de combustão como uma "reação química que ocorre entre material combustível (material inflamável), (...), e um comburente, (...), na presença de energia (calor)" (FONSECA, 2010, p. 103) e o conceito de combustíveis fósseis como aqueles originados da decomposição de organismos vivos que possuem em sua constituição pequenas quantidades de substâncias que possuem átomos de enxofre (SANTOS e MÓL, 2005), possibilitaria aos estudantes o entendimento de que uma das causas da poluição do ar é a queima de combustíveis fósseis nos motores automotivos, dado que essa queima tem levado a um aumento da concentração de gases de dióxido de enxofre na atmosfera.

Nesse sentido, distante de situarmos os conceitos científicos como fins em si mesmos, visto que seria uma posição contraditória às orientações CTS, assumimos a importância da aquisição de conceitos científicos na vivência de uma abordagem CTS.

Entretanto, em um panorama levantado com base em 60 artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais no período de 2001 a 2011, bem como nas edições de 2005, 2007 e 2009 do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) sobre a abordagem CTS no ensino de Ciências, não identificamos investigações sobre o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos na vivência de uma abordagem CTS.

Uma lacuna relevante, dado que neste tipo de abordagem os conceitos científicos são subsídios essenciais para o exercício de tomada de decisão, embora não sejam os únicos. Numa abordagem CTS, "o objetivo não é apenas ensinar valores, mas que os alunos, de posse do conhecimento científico, passem a integrá-los na formulação de julgamentos éticos, na capacidade de resolver problemas e na avaliação dos riscos das decisões tomadas" (SILVA, 2000, p. 173).

Portanto, visando contribuir para diminuir essa lacuna nas pesquisas sobre a abordagem CTS no ensino de Ciências, delineamos o campo em que se insere esta investigação: o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos da Termoquímica na vivência de uma abordagem CTS. Nessa direção, para uma melhor compreensão de aspectos envolvidos no processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos, buscamos contribuições teórico-metodológicas em duas teorias socioculturais: a Teoria da Mediação de Vigotski e a Teoria da Enunciação de Bakhtin.

Uma das ideias de Vigotski (1999a) adotada nesta investigação é a de que o desenvolvimento do indivíduo vai sendo estabelecido nos planos da interação através do processo denominado de internalização: transformação de processos externos em internos. "Na perspectiva de Vigotski, construir conhecimentos implica numa ação partilhada, visto que, é através dos outros que as relações entre sujeito e objeto de conhecimento são estabelecidas" (REGO, 1999, p. 110). Portanto, a interação social é o veículo fundamental para a internalização dos conhecimentos sociais, históricos e culturalmente construídos.

Seguindo Vigotski (1999a), assumimos que é pela mediação que se dá o processo de internalização e que a linguagem, enquanto sistema de signos linguísticos, é a ferramenta mediadora mais importante por ser considerada não apenas como uma forma de comunicação, mas também como uma função reguladora do pensamento (VIGOTSKI, 1999b).

Numa direção epistemologicamente semelhante à de Vigotski, Bakhtin (2006), partindo do princípio dialógico, considera que a linguagem é produzida e significada sempre na interação de vozes que materializam diferentes perspectivas sociais presentes no contexto da interlocução. A apreensão da palavra do outro é um processo dialógico de confrontação entre as palavras alheias e as palavras já elaboradas pelo sujeito (BAKHTIN, 1981). A compreensão ativa da palavra do outro é o resultado do confronto entre significados conhecidos pela consciência e o sentido construído no intuito comunicativo do locutor, o que leva a um novo ponto de vista sobre o signo, instaurado na consciência (BAKHTIN, 2006).

Nesse sentido, o processo ensino-aprendizagem, seguindo o dialogismo bakhtiniano, se constitui como um processo de reconstrução de significados e configura-se "como um processo de articulação, pelo confronto, de múltiplas vozes historicamente definidas, em condições de interação (...) determinadas" (FONTANA, 2005, p. 125). Pela confrontação de entendimentos dos participantes de um grupo atuando em conjunto ocorrem processos reconstrutivos de significados (MORAES *et al*., 2007).

Por conseguinte, as interações verbais da sala de aula mais propícias à aprendizagem de conceitos científicos, isto é, aos processos reconstrutivos de significados de conceitos científicos são "particularmente aquelas que permitem o diálogo, (...), o confronto de pontos de vista divergentes, (...)" (REGO, 1999, p. 110).

Tomando por base o princípio dialógico bakhtiniano, uma hipótese central desta investigação considera que a argumentação é uma forma de interação através da linguagem privilegiada no processo de reconstrução de significados de conceitos científicos em sala de aula, visto que implica movimentos discursivos de justificação de pontos de vista e resposta a

perspectivas contrárias, através dos quais "concepções a respeito do mundo são continuamente formuladas, revistas e eventualmente, transformadas" (LEITÃO, 2007, p. 82).

A contribuição da argumentação para o processo de ensino-aprendizagem se dá à medida que "o confronto com a oposição – real ou potencial –, conjugado à necessidade dialógica de a ela responder, 'abre' o ponto de vista do argumentador à revisão" e nesta dinâmica, mudanças de pontos de vista podem ocorrer (LEITÃO, 2007, p. 82).

Entretanto, apesar de muitas investigações evidenciarem que o discurso argumentativo é relevante para o aprendizado de conhecimentos científicos (VILLANI e NASCIMENTO, 2003; AUFSCHNAITER *et al*., 2008) e descreverem intervenções pedagógicas que aumentam a chance de emergir discurso argumentativo (NEWTON, DRIVER e OSBORNE, 1999; OSBORNE, ERDURAN e MONK, 2001; SANTOS *et al*., 2001; SHAKESPEARE, 2003; MORK, 2005; SIMON e MALONEY, 2007; TEIXEIRA, 2007), outros estudos indicam que comumente não existe discurso argumentativo em sala de aula de Ciências (DRIVE *et al*., 2000; MORK, 2005; SADLER, 2006) e que as aulas de Ciências são predominantemente dirigidas pelo professor e poucas são as oportunidades dadas aos estudantes nas discussões (NEWTON, DRIVER e OSBORNE, 1999; OSBORNE, 2007).

Um fato relevante, dado que a argumentação possibilita a emergência de um espaço dialógico para processos de reconstrução de significados de conceitos científicos. Mas, por que é raro discurso argumentativo em sala de aula de Ciências? Quais são as possibilidades e as dificuldades para a instauração deste tipo de discurso?

Buscando respostas para esses questionamentos e considerando que cabe ao professor criar condições para processos de reconstrução de significados de conceitos científicos pelos estudantes, conduzimos esta investigação norteada pela seguinte questão de pesquisa: como professores de química constroem seus discursos quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS?

Mais especificamente, queríamos compreender: que elementos determinam esses discursos? Que estratégias discursivas foram estabelecidas pelos professores em função desses elementos? O discurso argumentativo é instaurado? Se sim, de que modo é instaurado? Se não, quais as limitações?

Nosso intuito foi o de identificarmos, a partir das construções discursivas de professores de química, indicadores de possibilidades e limitações da emergência do discurso argumentativo em suas salas de aula e possíveis implicações para o processo de reconstrução de significados de conceitos científicos e, por conseguinte, para a vivência de uma abordagem CTS em suas salas de aula. Adicionalmente, tornando visíveis essas construções discursivas,

poderíamos refletir sobre as mesmas em curso de formação inicial ou continuada de professores de Ciências.

No panorama que levantamos acerca de 43 estudos sobre a argumentação no ensino de Ciências identificamos que o Padrão Analítico de Toulmin (doravante TAP) tem sido influente, estando presente na maioria destes estudos. Todavia, visando investigar construções discursivas de professores de química, o TAP não ofereceu subsídios para nosso empreendimento, dado que é um modelo de análise do discurso argumentativo que não contempla questões contextuais (DRIVER e NEWTON, 1997; NASCIMENTO *et al*., 2008) nem a assimetria característica da sala de aula entre professor e estudantes (NASCIMENTO *et. al*., 2008).

Nessa direção, recorremos aos pressupostos da Análise Semiolinguística do Discurso de Patrick Charaudeau (doravante ASL), os quais buscam compreender a argumentação no interior de uma formulação geral de Análise do Discurso (MENEZES, 2001).

Segundo Charaudeau (2009), todo discurso é regido por um contrato de comunicação. Nessa perspectiva, este autor busca articular dimensões psicossociológicas com dimensões propriamente linguísticas e concebe o discurso como resultado dessa articulação, considerando-o dependente das condições específicas de uma situação de comunicação, quais sejam: identidades psicossociais dos parceiros do ato de linguagem; suas finalidades comunicativas; os propósitos abordados; e as circunstâncias materiais (CHARAUDEAU, 2009).

Contudo, mesmo subordinado às restrições impostas pela situação de comunicação, o sujeito do discurso tem uma margem de manobra, tem certa liberdade para estabelecer estratégias discursivas lançando mão de certas categorias da língua e ordenando-as em modos de organização do discurso: enunciativo, descritivo, narrativo e argumentativo (CHARAUDEAU, 2008). Nesse sentido, a argumentação é um modo de organização do discurso determinada por procedimentos mobilizados em uma situação de comunicação (CHARAUDEAU, 2008).

Enfim, considerando que a argumentação envolve um processo de construção discursiva de enunciados em função de uma situação específica de comunicação (LYSARDO-DIAS, 2002; CHARAUDEAU, 2008a), conduzimos essa investigação norteada pelos seguintes objetivos:

- Objetivo Geral

Investigar discursos de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS.

- Objetivos Específicos

1. Identificar as restrições situacionais das construções discursivas de professores de química em termos das identidades psicossociais, das finalidades, dos propósitos e das circunstâncias materiais.
2. Analisar posições estabelecidas pelos professores diante dos estudantes, dos propósitos e de outros discursos, ou seja, suas atitudes enunciativas.
3. Analisar os modos de organização discursiva estabelecidos pelos professores, ou seja, suas atitudes enuncivas.
4. Identificar possibilidades e limitações para a emergência de discurso argumentativo.
5. Delinear implicações das construções discursivas dos professores para o processo de reconstrução de significados de conceitos científicos numa abordagem CTS.

Vale ressaltarmos que o foco da análise contemplou a dimensão situacional e discursiva e não a dimensão epistêmica, visto que, aspectos sobre, por exemplo, a metodologia de ensino e a validação do conhecimento científico não foram analisados.

Esta investigação se caracterizou como uma pesquisa qualitativa envolvendo "uma abordagem naturalística, interpretativa, para o mundo, o que significa que seus pesquisadores estudam as coisas em seus cenários naturais, tentando entender, ou interpretar, os fenômenos em termos dos significados que as pessoas a eles conferem" (DENZIN e LINCON, 2006, p. 17), como um estudo de caso, entendido como uma pesquisa empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto natural sobre o qual o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos (YIN, 2005), e foi conduzida com articulação da abordagem qualitativa e quantitativa dos resultados obtidos.

Embora tenhamos videogravado sequências de aulas de dois professores de química quando vivenciaram uma abordagem CTS para o ensino de Termoquímica, optamos por investigar a construção discursiva da professora de química, dado que ela atendeu aos três critérios adotados para seleção de professores com perfil para compor nosso estudo: ensinar química, ter vivência em abordagem CTS desde sua defesa de monografia de conclusão do curso de Licenciatura em Química em 2010, e adotar atualmente o livro didático *Química e sociedade*, que tem como proposta pedagógica uma abordagem ao conhecimento científico (...) focada em interrelações Ciência-Tecnologia-Sociedade e estruturada a partir de temas sociais (SANTOS *et al*., 2007).

Dessa forma, investigamos a construção discursiva de uma professora de química que trabalhou o conteúdo de Termoquímica numa abordagem CTS em uma escola da Rede Estadual de Pernambuco localizada na cidade de Recife que atende estudantes de turmas

regulares do ensino Fundamental II, Médio e é referência na Educação Especial de alunos surdos. Participaram em média 20 estudantes com faixa etária entre 16 e 18 anos de uma turma da 2ª série do Ensino Médio.

Enfim, a tese aqui apresentada compõe-se, além dessa introdução, de outros cinco capítulos:

No capítulo 1, "A abordagem CTS, ensino de Química e a Termoquímica: entrecruzando caminhos", delineamos o campo de pesquisa desta investigação considerando origem e desdobramentos do movimento CTS, elementos do currículo CTS, o tema Energia como um dos temas para ser trabalhado no ensino de Química numa abordagem CTS, os conceitos de base da Termoquímica e o panorama das pesquisas sobre abordagem CTS no ensino de Ciências.

No capítulo 2, "Processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos da Termoquímica segundo abordagem CTS: contribuições de teorias socioculturais" delimitamos, dentro do campo de pesquisa delineado – o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos da Termoquímica na vivência de uma abordagem CTS –, o objeto de estudo desta investigação considerando pressupostos da Teoria da Mediação de Vigotski e da Teoria da Enunciação de Bakhtin, bem como, o panorama das pesquisas sobre a argumentação no ensino de Ciências

No capítulo 3, "Fundamentos teórico-metodológicos da Semiolinguística: estruturando um quadro analítico", fundamentamos teórico-metodologicamente o quadro analítico empreendido nessa investigação tomando por base pressupostos da Teoria Semiolinguística de Patrick Charaudeau.

No capítulo 4, "Caminhos metodológicos adotados: vislumbrando uma análise das construções discursivas de professores de química", retomamos questões e objetivos de pesquisa, apresentamos o contexto da investigação e os procedimentos metodológicos empreendidos para organização e análise do *corpus*.

No capítulo 5, "Resultados e discussão: investigando a construção discursiva de uma professora de química", apresentamos movimentos analíticos propriamente ditos, discussões e implicações dos resultados obtidos.

Finalmente, apresentamos as Considerações Finais onde retomamos aspectos importantes que emergiram dos resultados de nossa investigação e propomos novas questões para pesquisas futuras.

A linguagem não se refere somente aos sistemas de signos internos a uma língua, mas a sistemas de valores que comandam o uso desses signos em circunstâncias de comunicação particulares. Trata-se da linguagem enquanto ***ato de discurso****, que aponta para a maneira pela qual se organiza a circulação da fala numa comunidade social ao produzir sentido.*

Charaudeau, 2009, p. 33-34 (Grifos nossos).

CAPÍTULO 1 - A abordagem CTS, ensino de Química e a Termoquímica: entrecruzando caminhos

---

> *Em uma sociedade na qual a ciência e a tecnologia se convertem nos traços essenciais para definir nossa forma de ser no mundo, a* ***educação adquire um papel essencial****, pois a partir dela criam-se as pautas de comportamento que nos permitem converter riscos em oportunidades e extrair o melhor do domínio científico e tecnológico da realidade.*
>
> *Bustamante, 1997, p. 12*. (Grifos nossos).

Neste capítulo temos como objetivos caracterizar a abordagem CTS buscando significá-la no ensino de Química, mais especificamente no ensino da Termoquímica e delinear o campo de pesquisa em que se insere essa investigação. Para tanto, desenvolvemos uma linha de raciocínio que considerou origem e desdobramentos do movimento CTS, elementos do currículo CTS, o tema Energia como um dos temas para ser trabalhado no ensino de Química numa abordagem CTS, os conceitos de base da Termoquímica e o panorama das pesquisas sobre abordagem CTS no ensino de Ciências.

1.1. **Introdução**

É inegável a contribuição que a ciência e a tecnologia trouxeram para a sociedade nos últimos tempos. Sob um olhar mais atento, podemos afirmar que hoje, mais do que nunca, está estabelecida uma relação marcadamente profunda entre a sociedade e os domínios do conhecimento científico e tecnológico. Segundo Bazzo (1998), esta relação se dá de forma tão intensa que é comum muitos confiarem na ciência e na tecnologia como se fossem divindades.

Disso decorre um comportamento típico do homem na vida contemporânea: "a lógica primordial do conhecimento humano é a lógica da eficácia tecnológica; suas razões são as razões da ciência" (BAZZO, 1998, p. 113). Como nos diz Bustamante (1997, p. 12):

> O papel que, hoje em dia, a ciência e a tecnologia desempenham em nossa sociedade é tão profundo e extenso que se torna difícil conceber um único âmbito de atividade em que não estejam presentes ou, ainda, não modifiquem, substancialmente, atitudes, comportamentos, formas de relação, ou não propunham novas formas de

> fazer, de pensar e sentir e não ponham em questão valores tradicionalmente assumidos.

Bazzo (1998) afirma que um comportamento habitual entre parcela da sociedade é o de considerar a ciência e a tecnologia como libertadoras. Libertadoras por possibilitar ao homem dominar o meio e não apenas adaptar-se a ele como fazem os animais, por fornecer-lhe bem-estar e tempo livre, ambos necessários à felicidade humana e permitir-lhe um conhecimento mais amplo sobre o mundo. Adicionalmente, existe no entendimento do senso comum uma visão linear do progresso científico-tecnológico pela qual o desenvolvimento científico gera o desenvolvimento tecnológico, que por sua vez gera o desenvolvimento econômico, e por fim, o desenvolvimento social (GARCÍA *et al.*, 1996). Nesse sentido, "a ciência e os avanços tecnológicos fariam felizes os homens, independentemente das condições de suas aplicações" (BAZZO, 1998, p. 117).

Mas, este comportamento, a nosso ver, emerge quando se leva em conta apenas um dos lados da moeda: os avanços permitidos ao homem pelo desenvolvimento científico e tecnológico. Avanços tais que têm conformado nossas vidas. Para explicar esta conformação, Bazzo (1998, p. 127) nos traz um exemplo interessante: "quando se adota uma nova técnica ou instrumento sofisticado na medicina, transforma-se não somente o que os médicos fazem, mas também a forma de pensar das pessoas acerca da saúde, da doença e da atenção médica". E acrescenta ainda que são estas alterações que empurram os homens a modelarem suas vidas de acordo com o desenvolvimento científico e tecnológico (BAZZO, 1998).

Entretanto, é preciso considerar o outro lado da moeda. É preciso levar em conta que "a ciência e a tecnologia não estão apenas conformando nossas vidas para melhor, mas também, em muitas situações, fazendo-as perigosas" (BAZZO, 1998, p. 127). Nesse sentido, algumas situações podem sinalizar os "perigos" consequentes da aplicação da ciência e da tecnologia. Por exemplo: 1) quando o homem no uso de aparatos tecnológicos ignora características de funcionamento, riscos, desvantagens e inconvenientes dos mesmos; e 2) quando favorece o desencadear de problemas sociais e ambientais.

Muitos dos problemas sociais e ambientais desencadeados não conhecem fronteiras e afetam o planeta como todo (GIL PÉREZ e VILCHES, 2003). Dentre os diversos casos de contaminação ambiental podemos citar: a contaminação do ar por processos industriais, dos solos pelo lixo ou substâncias sólidas perigosas e das águas pelos fluxos de líquidos contaminantes de origem industrial ou agrícola sem tratamento; a contaminação sonora associada à atividade industrial ou ao transporte; e a contaminação luminosa que afeta o

repouso noturno dos seres vivos alterando seus ciclos vitais, etc. (GIL PÉREZ e VILCHES, 2003).

Nesse contexto, consideramos que uma análise mais crítica do desenvolvimento da ciência e da tecnologia mostra que o modelo linear do progresso científico e tecnológico não corresponde, necessariamente, a uma interpretação correta de como o desenvolvimento científico e tecnológico se processa e interfere na sociedade (TEIXEIRA, 2003).

De modo geral, situações contraditórias de possibilidades e limitações, de riscos e vantagens e de benefícios e prejuízos que envolvem a ciência e a tecnologia pressupõem um maior conhecimento sobre aplicações e implicações da produção científica e tecnológica na sociedade. O que nos leva, cada vez mais, a considerar a importância e a necessidade de análises críticas sobre interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

As discussões que buscam um olhar mais crítico sobre a ciência e a tecnologia em seu contexto social não são recentes. Elas vêm de meados dos anos 60 e início dos anos 70, tiveram como motivação a descrença no modelo linear de desenvolvimento científico e tecnológico, e deram origem ao chamado **Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade** (doravante **CTS**).

1.2 **Origem e desdobramentos do Movimento CTS**

O Movimento CTS emerge a partir de meados dos anos 60 e início dos anos 70 como resposta à crescente insatisfação com as concepções tradicionais da ciência e da tecnologia, aos problemas políticos decorrentes do desenvolvimento científico-tecnológico, aos movimentos sociais de protestos, enfim, ao crescente sentimento generalizado de que desenvolvimento científico e tecnológico não possuía uma relação linear com o bem-estar social, como se acreditava desde o século XIX (BAZZO, 1998; VON LINSINGEN, 2004).

Segundo Von Linsingen (2004, p. 02):

> É num clima de tensão gerado pela guerra do Vietnã, pela guerra fria, pela difusão midiática de catástrofes ambientais e dos horrores provocados pelo aparato tecnológico de destruição posto a serviço da morte (napalm desfolhante, armas químicas e biológicas), dos efeitos da ampliação do poder destrutivo das armas nucleares revelados nos testes no Pacífico e nos desertos da América do Norte (...), dos movimentos ambientalistas e da contracultura que se iniciavam, e também da crítica acadêmica da tradição positivista da filosofia e da sociologia da ciência, que

> se estabelecem as condições para uma nova forma de ver as interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Duas obras publicadas em 1962 constituíram um marco importante para o denominado Movimento CTS: o livro da bióloga Rachel Carson *Silent Spring* que expôs sérias questões relativas aos riscos associados aos inseticidas químicos como, por exemplo, o DDT, impulsionando algumas reações de movimentos sociais; e o livro *A estrutura das revoluções científicas* do historiador e filósofo da ciência Thomas Kuhn que suscitou amplos debates sobre a epistemologia do empirismo lógico e os pensamentos popperianos e desencadeou reflexões sobre uma nova imagem da ciência e uma nova maneira de fazer Filosofia da Ciência (BAZZO, 1998). O modelo Kuhniano enfatiza o aspecto revolucionário do progresso científico, caracterizado pelo abandono e substituição de uma teoria, e as características sociológicas das comunidades científicas (CHALMERS, 1993). Portanto, considerando a década de 1960 como um período histórico marcado por transformações sociais, ambas as obras contribuíram para uma revisão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade (BAZZO, 1998).

Nesse contexto, o Movimento CTS tem na sua origem duas vertentes: uma ativista social, constituída por grupos pacifistas, ecologistas, defensores de direitos civis e advogados de consumidores, cujos interesses e tendências estavam mais ligados às reivindicações sociais; e outra, enquanto programa acadêmico, orientada para o ensino e pesquisa das questões públicas no âmbito universitário, da qual participavam cientistas, engenheiros, sociólogos e humanistas (VON LINSINGEN, 2004). Em síntese, o Movimento CTS se constituiu como um movimento ideológico com posições ambientalistas, políticas e econômicas fortes que surgiu em meio à indignação e preocupação de grupos civis organizados com questões ambientais, sociais, etc.

Emergentes do Movimento CTS, cresceram o interesse e o número de estudos sobre as consequências do uso da tecnologia e sobre os aspectos éticos do trabalho dos cientistas, pois até então, a ciência era vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo dos especialistas que trabalhavam de forma desinteressada na busca do conhecimento, cujas consequências e usos não adequados desse conhecimento não eram considerados como responsabilidade dos mesmos (BAZZO, 1998).

Os estudos e programas CTS seguiram três grandes direções: i) no campo das pesquisas, buscando através de reflexões acadêmicas, uma concepção socialmente contextualizada da atividade científica; ii) no campo das políticas públicas, visando à

regulação social da ciência e da tecnologia para promover a criação de mecanismos democráticos facilitadores da abertura de processos de tomada de decisão sobre questões de políticas científico-tecnológicas; e iii) no campo da educação, buscando a introdução de programas e disciplinas CTS no ensino médio e universitário tomando como referência uma concepção social da ciência e da tecnologia (VON LINSINGEN, 2004).

Estas três direções (campos das pesquisas, das políticas públicas e da educação) reúnem diferentes tradições CTS que estão conectadas pelo denominado Silogismo CTS (GARCÍA *et al.*, 1996) representado a seguir (Figura 01).

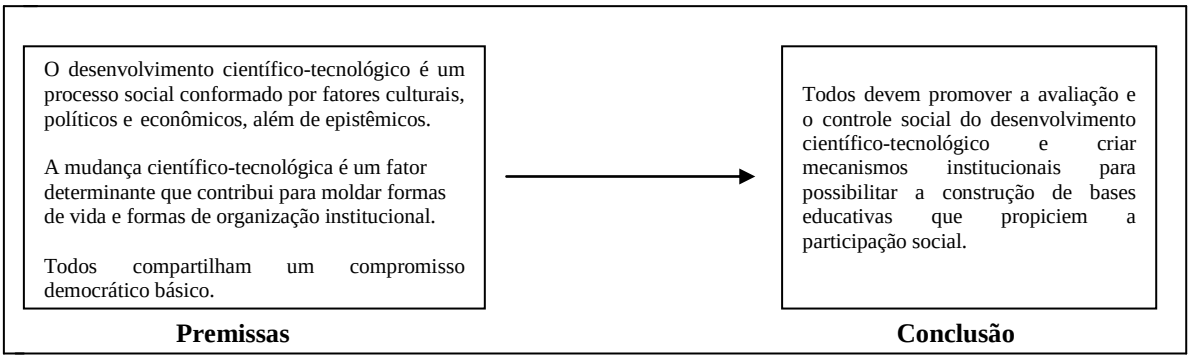

Figura 01: Silogismo CTS
Fonte: Adaptação de García *et al.*, 1996

Ao envolver questões tão amplas, o Movimento CTS fez surgir diferentes linhas de pensamentos que desencadearam duas tradições acerca dos estudos CTS: a tradição européia de estudos da ciência e da tecnologia (*Science and Technology Studies*) e a tradição americana de ciência, tecnologia e sociedade (*Science, Technology and Society*) (BAZZO, 1998).

A tradição européia, com origem em universidades deste continente, enfatizou questões sociais que antecederam o desenvolvimento científico e tecnológico buscando descrever como diversos fatores sociais, culturais, políticos, epistêmicos e econômicos influenciam e conformam este desenvolvimento, correspondendo à primeira premissa do silogismo CTS (KOEPSEL, 2003). Para Bazzo (1998, p. 220), a "escola européia dá ênfase especial à dimensão social antecedente dos desenvolvimentos científico-tecnológicos. Centra-se principalmente no estudo das origens das teorias científicas e, portanto na ciência como processo".

A tradição americana assume perspectiva mais pragmática, enfatizando as consequências sociais das inovações científicas e tecnológicas, correspondendo à segunda premissa do silogismo CTS (KOEPSEL, 2003). Para Von Linsingen (2004, p. 02-03), a tradição americana "se preocupa mais com as consequências sociais e ambientais das

mudanças científico-tecnológicas e com os problemas éticos e reguladores suscitados por tais consequências".

No modelo americano a ciência tem sido considerada como um elemento subordinado ao desenvolvimento tecnológico, e ao contrário da tradição européia de caráter marcadamente acadêmico, teórico e descritivo, tem caráter mais prático e um importante alcance valorativo, que implicou numa reflexão educativa e ética com especial interesse na democratização dos processos de tomada de decisões em políticas tecnológicas e ambientais (BAZZO, 1998).

Mesmo seguindo diferentes caminhos quanto aos estudos CTS, as duas tradições têm um pressuposto em comum: estabelecer uma reação acadêmica ao reinado do empirismo lógico da Filosofia da Ciência (BAZZO, 1998). Sendo assim, um dos maiores avanços do Movimento CTS consistiria no entendimento de que a ciência e a tecnologia são empreendimentos humanos, e como tais, sofrem e exercem influências de setores diversos (BUSTAMANTE, 1997).

Apesar do Movimento CTS não ter sua origem no contexto escolar, trouxe diversas reflexões para essa área (PINHEIRO, 2005), desencadeando inovações educativas, novos direcionamentos para os conteúdos curriculares, para metodologias de ensino e para os objetivos educacionais. Nessa direção, diversos projetos educativos foram elaborados em muitos países, dentre eles estão: o projeto SATIS (*Science and Technology in Society*) na Inglaterra; o projeto ChemCom (*Chemistry in the Community*) nos Estados Unidos; e o projeto APQUA (*Aprendizaje de los Produtos Químicos, sua Usos y Aplicaciones*) na Espanha (ACEVEDO e ACEVEDO DIÁZ, 2002).

No Brasil, já na década de 70, o currículo de Ciências incorporava uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político e social, e na década de 80, passou a se orientar pelo objetivo de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico (SANTOS e MORTIMER, 2002). Entretanto, pesquisas, projetos e materiais didáticos com a denominação CTS no ensino de Ciências começam a surgir somente no final dos anos 90 (SANTOS *et al*., 2010).

Desde então, ainda que em ações isoladas, materiais didáticos e orientações curriculares oficiais vêm incorporando pressupostos do enfoque CTS (SANTOS e MORTIMER, 2002). Dentre outros, temos o livro didático *Química e Sociedade* do Projeto de Ensino de Química e Sociedade (Pequis) que segue uma proposta pedagógica de CTS com o objetivo de "fornecer conhecimentos relevantes que possam servir de ferramenta cultural para o jovem participar ativamente da sociedade moderna, caracterizada, sobretudo, pela presença da ciência e da tecnologia, (...)" (SANTOS e MÓL, 2006, p. 7) e os Parâmetros Curriculares

Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) que propõem um ensino de Química que possibilite ao estudante uma compreensão dos processos químicos e de suas relações com aspectos tecnológicos, ambientais, sociais, políticos e econômicos (BRASIL, 1999).

Contudo, devemos ressaltar que o Movimento CTS, desde sua origem, é um movimento social que comporta dimensões que transcendem o contexto escolar. Por exemplo: a discussão acerca dos alimentos transgênicos em sala de aula de Ciências demanda a consideração de um contexto mais amplo, visto que além da dimensão científica, as dimensões política e econômica voltadas para interesses diversos (AULER, 2011) precisam ser consideradas.

Vislumbrando reais possibilidades que o currículo CTS pode oferecer ao ensino de Ciências, em especial ao ensino de Química, apresentamos a seguir concepções de ciência, de tecnologia e de sociedade esperadas para o currículo CTS e aspectos desse currículo em termos de: objetivos, organização dos conteúdos escolares e metodologias de ensino.

1.3 **O Currículo CTS**

A proposta curricular CTS corresponde à integração entre educação científica, tecnológica e social, e neste intuito, os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos (GARCÍA *et al*., 1996).

Por exemplo, os conceitos de oxidação, redução, número de oxidação, potencial de oxidação e reação de óxido-redução do conteúdo de Eletroquímica quando trabalhados numa abordagem CTS, aquela que segue os princípios do Movimento CTS, implicaria discussões sobre evolução histórica das pilhas e baterias, especificidades técnicas e processos industriais de produção, bem como, sobre questões sociais, políticas, éticas e econômicas envolvidas, por exemplo, na questão do descarte das pilhas e baterias no meio ambiente. Trata-se de uma organização curricular que pretende trabalhar os conteúdos escolares extrapolando a dimensão meramente conceitual desses conteúdos.

O currículo CTS requer compreensões de ciência, tecnologia e sociedade que apontem para significativas interações entre estes três domínios. Nessa direção, um ponto de interesse do currículo CTS refere-se à construção de uma visão de Ciência como atividade humana. A ciência, segundo Kneller (1980), é uma sucessão de movimentos dentro do momento histórico mais amplo da própria civilização e assim, é construída num meio intelectual constituído por visões de mundo e ideologias que impregnam o pensamento da sociedade, sofre influência de

diversos fatores que agem na cultura de seu tempo e exerce influência sobre o contexto sociocultural no qual está inserida.

Como exemplo dessa influência pode-se citar o seguinte fato: após a Segunda Guerra Mundial a ciência passou a ser vista como fonte de tecnologias para elevar o padrão de vida das pessoas, entretanto, no fim da década de 60 a tomada de consciência da população acerca da vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico às guerras provocou um descontentamento social que levou os cientistas a desenvolverem estudos socialmente mais responsáveis (KNELLER, 1980).

Adicionalmente, a ciência influencia como força de produção, como código de conduta e como fonte de ideias (KNELLER, 1980). A crença no progresso humano como resultado do progresso científico, por exemplo, constituiu e ainda constitui uma visão de mundo das sociedades ocidentais, sinalizando a influência da ciência sobre fatores socioculturais.

Assumir a ciência como um processo sócio-histórico implica em negar o dogmatismo e a neutralidade científica, ou seja, considerar que a ciência não se constitui de verdades absolutas e acabadas e que seu desenvolvimento sofre e exerce influências de fatores socioculturais. Nessa direção, visões mais tradicionais que consideram a ciência social, política e economicamente neutra, que ignoram o trabalho coletivo na produção do conhecimento científico, que defendem a imparcialidade do cientista na observação e experimentação, que propõem a rigidez do método científico, e que não fazem referência nem aos problemas que deram origem aos conhecimentos científicos nem à evolução histórica dos mesmos, são contraditórias ao currículo CTS.

Solomon (1988) propõe que o currículo CTS explicite o caráter provisório e incerto das teorias científicas e não apresente a ciência como algo verdadeiro e acabado, para possibilitar que os estudantes avaliem aplicações da ciência considerando a coexistência de duas ou mais alternativas controvertidas para resolver um determinado problema.

Como dizem Santos e Mortimer (2002, p. 07), “os conteúdos dos currículos CTS apresentam uma abordagem de ciência em sua dimensão ampla em que são discutidos muitos outros aspectos além da natureza da investigação científica e do significado dos conceitos científicos”, dentre tais aspectos, apontamos os filosóficos, sociológicos, históricos, políticos, econômicos, humanísticos, etc.

Outro ponto de interesse do currículo CTS refere-se à concepção de Tecnologia. A tecnologia, segundo Kneller (1980, p. 268), “é o empreendimento historicamente em desenvolvimento que consiste em construir artefatos e organizar o trabalho para satisfazer

necessidades humanas". Uma análise histórica desse empreendimento sinaliza que a tecnologia é algo essencialmente prático relacionado mais com as alterações existentes no mundo do que com a compreensão do mesmo, o que pode ser comprovado pelas significativas mudanças culturais promovidas pelos avanços tecnológicos.

A tecnologia, por meio de invenções históricas como a do relógio, da imprensa, do telégrafo e do computador, modificou a forma de ser, perceber, produzir e viver de uma sociedade (DELIZOICOV *et al.*, 2002). Um bom exemplo disso é uma maior aproximação entre os indivíduos através de e-mails, celular, redes sociais como Orkut, etc. possibilitada pelos avanços tecnológicos dos meios alternativos de comunicação. Entretanto, o desenvolvimento tecnológico interfere no ambiente natural e causa uma teia de efeitos físicos, químicos e biológicos que podem ser benéficos e maléficos para a sociedade. Para exemplificar tais efeitos podemos citar, entre outros, os avanços tecnológicos no sistema de transporte por meio da aplicação dos motores de combustão interna, os quais proporcionaram mais conforto e rapidez no deslocamento das pessoas e, no entanto, estes mesmos motores poluem o ar com a liberação de gases poluentes (KNELLER, 1980).

Portanto, podemos afirmar que o mundo dos indivíduos não é restrito ao mundo natural, inclui também um mundo tecnológico. A tecnologia e a natureza estão articuladas em um universo de finalidades (FOUREZ, 2003). Nesse sentido, outro aspecto a ser considerado pelo currículo CTS é a relação da tecnologia com a ciência. A ciência e a tecnologia são domínios distintos que se influenciam mutuamente na forma como consolidam saberes que lhes são próprios (MARTINS, 2003). A tecnologia não é redutível à ciência, o fato de que os conhecimentos científicos sugerem, muitas vezes, novos direcionamentos para os processos tecnológicos não significa que tais processos são derivados exclusivamente do conhecimento científico. Quando as tecnologias são apresentadas como mera aplicação do conhecimento científico é como se, uma vez compreendidas as ciências, as tecnologias seguissem automaticamente. Entretanto, a construção de uma tecnologia implica considerações sociais, econômicas e culturais que vão muito além de apenas uma aplicação das ciências (FOUREZ, 2003).

É exatamente a compreensão da implicação do social na construção das tecnologias que torna possível um estudo crítico das mesmas, sendo este um dos aspectos de interesse do currículo CTS. Uma concepção da tecnologia como aplicação dos conhecimentos científicos, afeta propostas de ensino CTS. Isso porque esta postura pode favorecer uma visão descontextualizada da ciência que ignora interações dos processos científicos e tecnológicos e as interações dos processos tecnológicos com os processos sociais.

Nessa perspectiva, Solomon (1988) propõe que a tecnologia seja tratada no currículo CTS como a aplicação de diferentes formas de conhecimento para atender necessidades da sociedade, inclusive aplicação do conhecimento científico. No conjunto, todos estes aspectos justificam a necessidade de um maior conhecimento da natureza da tecnologia e de seu funcionamento na sociedade e de uma avaliação social das aplicações tecnológicas. Consequentemente devem compor as propostas do currículo CTS.

Outro ponto de interesse a ser discutido no campo do currículo CTS é a concepção de Sociedade. De acordo com Oliveira (1996), desde o início dos tempos homens e mulheres têm vivido agrupados, pois a tendência natural de se viver em sociedade é característica da natureza humana. Dessa forma, a vida em grupo é uma das condições necessárias para a sobrevivência do homem (OLIVEIRA, 1996).

Para Giddens (2004, p. 704), "sociedade é um sistema estruturado de relações sociais que liga as pessoas de acordo com uma cultura compartilhada". Seguindo esta concepção, podemos dizer que toda sociedade possui uma cultura que define a forma de viver de seus integrantes. A cultura exerce um papel fundamental na forma de vida de uma sociedade.

Portanto, em um modelo de sociedade cuja cultura é marcadamente científico-tecnológica, é desejável que os indivíduos adquiram conhecimentos sobre artefatos tecnológicos para usá-los e tornarem-se capazes de decidir sobre questões que se fazem presente no cotidiano, como, por exemplo, manejar fontes de energia em suas casas e minimizar o consumo dessa energia (MACEDO e KATZKOWICK, 2003).

Para Solomon (1988), a sociedade deve ser apresentada em currículo CTS como uma organização social na qual os indivíduos têm certo poder de influência. É preciso explicitar aos estudantes o poder que a sociedade pode ter nos debates e decisões sobre projetos científicos e tecnológicos propostos pelos especialistas. Por exemplo: um dos debates presentes no Brasil refere-se à transposição das águas do Rio São Francisco. Embora, muitas pessoas se posicionam contra ou a favor ao projeto, elas não têm o entendimento que poderiam intervir enquanto organização social nos rumos desses debates, visto que essa possibilidade de intervenção muitas vezes não é assumida no contexto escolar.

Considerando as ideias de Solomon (1998) sobre concepções de ciência, tecnologia e sociedade esperadas em currículo CTS, podemos dizer que a ciência gera conhecimentos sob a condição de interesses diversos do contexto sociocultural articulando-se com a tecnologia, que por sua vez, agrega além dos conhecimentos científicos, conhecimentos de outras naturezas na produção de bens materiais que satisfaçam as necessidades humanas, ainda que muitas vezes não sejam necessidades reais da maioria dos indivíduos de grupos sociais

específicos. Nessa dinâmica, constitui-se uma cultura compartilhada pela maioria das modernas estruturas sociais organizadas, a cultura científico-tecnológica.

Uma síntese dessas concepções está apresentada a seguir (Quadro 01).

Quadro 01: Concepções de ciência, tecnologia e sociedade em currículos CTS

Componentes CTS	Concepções esperadas
Ciência	Inserida no contexto sociocultural gera conhecimentos condicionados por interesses diversos.
Tecnologia	Uso de conhecimentos, científicos ou não, para satisfazer as necessidades humanas.
Sociedade	Sistema estruturado de relações sociais que compartilha uma cultura científica e tecnológica.
Interações CTS	A ciência e a tecnologia como domínios distintos que se influenciam mutuamente na construção dos conhecimentos, tanto promovem modificações na forma de vida da sociedade como sofrem influências da sociedade: seja através de políticas públicas que lhe outorgue este direito, seja pelos investimentos condicionados por interesses específicos.

Fonte: Firme, 2007, p. 41.

Seguindo o quadro acima, as interações ciência-tecnologia-sociedade estão tão difusas que se torna difícil identificarmos estruturas sociais – no contexto das sociedades modernas – que não compartilham mesmo que minimamente das influências de uma cultura científico-tecnológica.

A articulação das interações ciência-tecnologia-sociedade no contexto escolar implica desafios para os professores, desafios estes relativos aos objetivos pedagógicos propostos, à organização dos conteúdos e às metodologias de ensino empreendidas. Nessa direção, é preciso apreender os elementos do currículo CTS em maiores detalhes.

1.3.1 Elementos do Currículo CTS

Sobre os objetivos propostos para o currículo CTS, identificamos um que é recorrente em diversos trabalhos: promover a alfabetização científica e tecnológica dos indivíduos (MANASSERO, 2001; OSÓRIO, 2002; SANTOS e MORTIMER, 2002). A proposição da alfabetização científica e tecnológica como objetivo central do currículo CTS é justificada por diferentes argumentos, quais sejam: os cidadãos de uma sociedade transformada pela ciência e tecnologia precisam manejar conhecimentos científicos e tecnológicos que respondam às necessidades profissionais, utilitárias, democráticas, operativas, etc. (OSÓRIO, 2002); e os cidadãos precisam construir conhecimentos, habilidades e valores necessários à tomada de

decisões sobre questões da ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (MANASSERO *et al*., 2001; SANTOS e MORTIMER, 2002).

Dessa forma, quando nos propomos a investigar ou vivenciar uma abordagem CTS no ensino de Ciências, devemos considerar que o objetivo central dessa abordagem é alfabetizar científica e tecnologicamente os estudantes. Portanto, se faz imprescindível esclarecer o que se entende por alfabetização científica e tecnológica e quais as características de um indivíduo alfabetizado científica e tecnologicamente.

Entretanto, cabe uma discussão presente na literatura sobre a pertinência dos termos alfabetização e letramento. Segundo Soares (1998, p. 47) o termo alfabetizado refere-se à ação de ler e escrever e o termo letrado a um "estado ou condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam a escrita".

Seguindo proposições de Soares (1998), Santos (2006, p. 613) considera que a alfabetização científica e tecnológica corresponderia ao "processo escolar descontextualizado de nominalização restrita de determinados processos científicos e tecnológicos ou de resolução de exercícios e problemas escolares de ciências, (...)", enquanto que, o letramento científico e tecnológico corresponderia ao "estado ou a condição de quem não apenas conhece a linguagem científica e entende alguns de seus princípios básicos, mas exerce práticas sociais que usam o conhecimento científico e tecnológico". Nessa direção, para Santos (2006), o termo letramento científico e tecnológico é mais apropriado, visto que, este compreende leitura e compreensão da ciência, expressão de opiniões sobre ciência, preocupação com os problemas da ciência contemporânea, participação nas tomadas de decisão democráticas e compreensão de como ciência, tecnologia e sociedade se influenciam mutuamente.

Contudo, nesta investigação optamos pelo termo alfabetização científica e tecnológica (doravante ACT) proposta por Fourez (1994) considerando significativas aproximações com a ideia de letramento científico e tecnológico apresentada por Santos (2006).

Segundo Fourez (1994), o ensino de Ciências alcançou o auge no final dos anos 50 quando foi alvo de políticas que prescreviam a formação de uma elite científica e tecnológica capaz de fazer triunfar a investigação americana frente ao desafio que representou o lançamento do Sputnik soviético. A partir deste período, o ensino de Ciências se concentrou na especialização científica e tecnológica passando a se preocupar com a transmissão de conceitos e métodos científicos que se inculcavam nos estudantes, caracterizando-se como um ensino, sobretudo, de caráter dogmático (FOUREZ, 1994).

As reações a este estilo de ensino não demorou a se manifestar e vieram à tona em meados dos anos 60, quando educadores de diversos lugares dirigiram suas atenções para a

realidade social (FOUREZ, 1994). Nessa direção, "este estado de crise dar lugar (...) a tentativas de renovar o ensino de Ciências e a relacioná-lo ao contexto humano" (FOUREZ, 1994, p. 22) (tradução nossa).

A tentativa de renovação do ensino de Ciências se baseou em três razões: i) razões econômicas e políticas, uma vez que a instrução da população está vinculada ao aumento de riquezas e ao bem-estar de uma nação; ii) razões sociais, ao se admitir que sem uma cultura científica e tecnológica os sistemas democráticos tornam-se mais vulneráveis à tecnocracia; e iii) razões humanistas, ao considerar que cada ser humano possa tomar parte de uma cultura científico-tecnológica (FOUREZ, 1994).

Nesse contexto, com base nesse conjunto de razões, Fourez (1994) propõe a ACT como uma alfabetização que convém ao mundo científico e tecnológico, uma alfabetização necessária para promover a dignidade humana nas sociedades "desenvolvidas" (FOUREZ, 1994) (aspas do autor). Para Fourez (1994, p. 62):

> Eu consideraria, pois, alguém como alfabetizado científica e tecnologicamente quando seus saberes lhe propiciam uma certa autonomia (possibilidade de negociar suas decisões frente à pressões naturais ou sociais), uma certa capacidade de comunicar (encontrar as maneiras de "dizer"), e um certo domínio e responsabilidade, frente a situações concretas (como o contágio, (...), o computador, um fax, um motor diesel, etc.) (aspas do autor) (tradução nossa).

Nessa direção, um cidadão alfabetizado científica e tecnologicamente é capaz de, por exemplo, utilizar conceitos científicos, integrar valores e tomar decisões, compreender que a sociedade exerce e sofre influências do desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecer que o conhecimento científico é provisório e sujeito a mudanças, e conhecer fontes válidas de informação científica e tecnológica recorrendo a elas diante de situações de tomada de decisão (FOUREZ, 1994).

Segundo Bazzo (1998), o que se pretende com a ACT é promover uma compreensão dos mecanismos internos e externos da ciência e da tecnologia situando-as como processos sociais, evitando a continuidade de um internalismo tecnicista.

O fato é que diversos especialistas em Didática das Ciências defendem a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos (ACEVEDO DÍAZ *et al.*, 2003) tomando por base motivos diversos: socioeconômicos, culturais, de utilidade prática, cívicos, e democráticos (FOUREZ, 1994). Entretanto, a ACT concebida como uma metáfora que serve para expressar amplos objetivos para o ensino de Ciências (BYBEE, 1997) assume diferentes significados

(DeBOER, 2000; LAUGKSCH, 2000; KEMP, 2002). Fato que tem levado alguns críticos a considerá-la um mito inalcançável (FENSHAM, 2002), um mito cultural (SHAMOS, 1995).

Para Fensham (2002), por exemplo, propostas iniciais de alfabetização científica tiveram como base um pressuposto pragmático, considerando que os cidadãos terão melhores chances de desenvolvimento quando adquirem conhecimentos científicos, e um pressuposto democrático, considerando que cidadãos cientificamente alfabetizados têm melhores condições de participação em decisões em torno de problemas sociais envolvendo ciência e tecnologia. Todavia, para este autor, tais pressupostos não se sustentam, visto que não se levou em conta que para a sociedade usufruir da maioria dos produtos tecnológicos não há necessidade de conhecimentos científicos e que a complexidade dos conceitos científicos implicados em problemas sociais envolvendo ciência e tecnologia dificilmente é atingida no contexto escolar (FENSHAM, 2002). De fato, a crítica de Fensham (2002) sobre a tese pragmática tem fundamento, pois "milhões de cidadãos, (...), em qualquer sociedade, reconhecem a sua falta de conhecimentos científicos, sem que isso tenha limitado em nada a sua vida prática" (CACHAPUZ *et al*., 2005, p. 24).

Mas, a sua crítica à tese democrática cujo argumento é o fato de que o conhecimento científico necessário para orientar a tomada de decisão exige um aprofundamento que só é acessível aos especialistas (FENSHAM, 2002) pode ser contestada. Por exemplo: o livro de Rachel Carson que denunciou os efeitos nocivos do DDT teve enorme influência no surgimento de grupos ativistas que passaram a reivindicar a necessidade de proteção do meio ambiente. Mas, esses grupos só passaram a exigir controles mais rigorosos dos efeitos do DDT porque foram capazes de compreender os argumentos de Carson, fazendo-os seus.

Portanto, os cidadãos comuns podem participar em tomada de decisão "sempre que possuam um mínimo de conhecimentos científicos específicos sobre determinada problemática, sem os quais é impossível compreender as opções em jogo e participar na adoção de decisões fundamentadas" (CACHAPUZ *et al*., 2005, p. 25).

Nessa direção, se a comunidade de cientistas tiver o cuidado de fazer o trabalho de divulgação científica tornando compreensível para os leigos conhecimentos científicos necessários, então, podemos dizer que é possível aos cidadãos comuns fazerem uso da ciência para tomar decisões. Por conseguinte, a ACT não só não se constitui um mito irrealizável (SHAMOS, 1995), como se impõe como uma dimensão da cultura para a cidadania, visto que "a participação dos cidadãos na tomada de decisões é hoje (...), uma garantia do princípio de precaução, que se apóia numa crescente sensibilidade social face ás implicações do desenvolvimento técnico-científico (...)" (CACHAPUZ *et al*., 2005, p. 28).

Pretender a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes no ensino de Ciências implica uma organização diferenciada dos conteúdos trabalhados em sala de aula. Nessa direção, é preciso apreender como os conteúdos escolares são organizados no Currículo CTS e quais as metodologias mais adequadas. Sobre a organização dos conteúdos no currículo CTS, uma proposta é apresentada por Aikenhead (1990) (Figura 02).

Figura 02: Organização de conteúdos em abordagem CTS
Fonte: Aikenhead, 1990

De acordo com a figura 02, uma temática extraída da sociedade é inicialmente introduzida, uma tecnologia relacionada ao tema é apresentada, e o conteúdo (conceitos e habilidades científicas) é definido e abordado em função do tema e da tecnologia. Posteriormente, a tecnologia é retomada para discussão, agora fundamentada nos conceitos e habilidades científicas estudadas e a temática é novamente discutida buscando-se promover atitudes de tomada de decisão sobre a mesma (TEIXEIRA, 2003). Para exemplificar essa organização, apresentamos uma sequência didática que adotou o modelo de Aikenhead e foi aplicada por licenciandos em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Sudeste da Bahia (UESB) em aulas de biologia do ensino médio (TEIXEIRA, 2003) (Quadro 02).

Quadro 02: Uma sequência didática inspirada no currículo CTS e no modelo proposto por Aikenhead

1. Questão social introduzida	1. A classe faz a leitura e discussão dos artigos (textos geradores): "Brasileiras esterilizadas" e "Pobreza sai da barriga" e, ainda, os textos sobre educação sexual e planejamento familiar propostos por Dimenstein (1998, p. 60-63).
2. Uma tecnologia relacionada ao tema social é analisada.	2. Métodos contraceptivos (apresentação inicial e análise).
3. O conteúdo científico é trabalhado.	3. Reprodução humana; Aparelhos reprodutores (morfologia e fisiologia).
4. A tecnologia é estudada em função dos conteúdos.	4. Métodos Contraceptivos – retomada de análise com base nos conceitos estudados.
5. Retomada da questão social.	5. (Re) discussão da matéria dos textos geradores, a partir dos conteúdos estudados e das implicações sociais, econômicas, políticas e culturais.

Fonte: Teixeira, 2003, p. 184.

De acordo com Teixeira (2003, p. 184), “a vantagem de propostas como essa é que são atividades que permitem conjugar o tratamento de conteúdos clássicos (...), numa abordagem que extrapola a dimensão meramente conceitual, trazendo para a sala de aula problemas de interesse social”. Esta proposta parece contemplar efetivas possibilidades para a concretização dos pressupostos teóricos e metodológicos da abordagem CTS, embora possa ser flexível e adaptada conforme necessidades reais.

Sobre as metodologias de ensino no currículo CTS, alguns autores propõem uma diversidade de atividades. Acevedo Díaz (1996), por exemplo, propõe que técnicas e estratégias de ensino devem ir além do que se faz habitualmente no ensino de Ciências: aulas ministradas pelo professor, atividades experimentais e resolução de problemas e/ou exercícios pouco problemáticos. Para este autor, no currículo CTS devem ser utilizadas metodologias de ensino que impliquem a participação e o engajamento dos estudantes, como por exemplo: resolução de problemas abertos que incluam uma democrática tomada de decisão; elaboração de projetos em pequenos grupos cooperativos; realização de trabalhos de campo; jogos de simulação; participação em fóruns e debates; presença de especialista nas aulas; visitação a fábricas, empresas, exposições, museus científicos, complexos de interesse científico e tecnológico, parques tecnológicos, etc.; implicação e atuação de ações civis na comunidade escolar ou naquela na qual o estudante está inserido (ACEVEDO DÍAZ, 1996).

Percebemos que a proposta de Acevedo Díaz (1996) aponta para metodologias de ensino que exigem uma associação de diversos aspectos: científico, tecnológico, ético, cultural, social, dentre outros. Por exemplo: as aulas sobre pilhas e baterias numa abordagem CTS poderiam seguir, além daquelas propostas por Acevedo Díaz (1996), diversas estratégias de ensino: entrevistas com usuários de pilhas e baterias que revelassem os critérios considerados por eles na compra das pilhas, as formas como descartam as pilhas descarregadas, o entendimento deles sobre as informações presentes nos rótulos das pilhas; pesquisas na internet sobre, dentre outros aspectos, os problemas sociais e ambientais decorrentes do descarte não adequado das pilhas e baterias no meio ambiente; simpósios para socialização das pesquisas e entrevistas; apresentação de vídeos; fórum escolar sobre a temática; e a proposição de material informativo sobre o tema para a comunidade escolar. Toda essa diversidade metodológica se constitui como um conjunto de elementos que se complementam visando concretizar objetivos propostos para o currículo CTS (FIRME, 2007).

Entretanto, segundo Santos e Mortimer (2002), nem todas as propostas de ensino denominadas CTS estão centradas nas interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade. Segundo estes autores, algumas propostas tratam dessas interrelações mais superficialmente,

outras as incorporam de forma mais sistemática nos conteúdos programáticos tradicionais, além daquelas que abordam essas interrelações como foco central de ensino.

Com base na relação entre conteúdo CTS – aquele que contempla aspectos científicos, tecnológicos e sociais – e o conteúdo restrito de Ciências, Aikenhead (1994) apresenta uma proposta de categorias curriculares CTS, conforme quadro a seguir (Quadro 03).

Quadro 03: Categorias de ensino CTS

Categorias	Descrição
1. Conteúdo CTS como elemento de motivação	Ensino tradicional de ciências com menção ao conteúdo CTS.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências com a incorporação do conteúdo CTS como apêndices aos tópicos de ciências.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências com pequenos estudos CTS integrados aos tópicos de ciências com o objetivo de explorar sistematicamente o conteúdo CTS.
4. Disciplina científica (química, física, biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências, mas a seleção dos conteúdos científicos é feita a partir de uma disciplina.
5. Ciência por meio de conteúdo CTS	O conteúdo CTS organiza o conteúdo e sua sequência dos conteúdos científicos.
6. Ciência com conteúdo CTS	O conteúdo CTS é o foco de ensino e o conteúdo de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das ciências ao conteúdo CTS	O conteúdo CTS é o foco de ensino e o conteúdo de ciências é mencionado, mas, não ensinado sistematicamente.
8. Conteúdo CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social, e o conteúdo científico é utilizado para indicar a vinculação com as ciências.

Fonte: Aikenhead, 1994.

Estas categorias representam de forma gradativa o aumento do *status* do conteúdo CTS no ensino das disciplinas científicas. Conforme o quadro 03, até a categoria 4, os conteúdos estritamente científicos predominam em detrimento ao conteúdo CTS e a partir da categoria 5, o conteúdo CTS vai predominando gradativamente.

A categoria 4 parece ser a que mais predomina em nossa realidade escolar, uma vez que, a organização sequencial dos conteúdos de Ciências ainda se constitui como principal fator na elaboração do planejamento de ensino pelos professores. Adicionalmente, os livros didáticos, os programas de vestibular e os perfis curriculares institucionais, ainda trazem uma proposta de organização dos conteúdos escolares sequenciada.

Todavia, vivenciar a categoria 4 já sinaliza uma tentativa de contextualizar socialmente conteúdos científicos através das relações entre ciência-tecnologia-sociedade.

Em síntese, o que se quer com o currículo CTS é formar uma sociedade democrática com poder de decisão sobre aplicações e implicações da ciência e tecnologia na sociedade, e não uma sociedade tecnocrata na qual apenas os especialistas direcionam os rumos e interesses das políticas públicas (FOUREZ, 1995).

Entretanto, no contexto brasileiro é plausível postular algum controle da sociedade sobre aplicações e implicações da ciência e da tecnologia? Considerando que o Brasil é um país onde não há mecanismos de consulta popular para avaliar e influir nas decisões relativas à ciência e à tecnologia torna-se necessário, além da ACT, o desenvolvimento de uma cultura de participação social até hoje inexistente (AULER e BAZZO, 2001). Nessa direção, o currículo CTS pode contribuir para que essa cultura de participação seja iniciada em nosso contexto escolar.

Em âmbito internacional, o currículo CTS para o ensino de Ciências tem sido criticado. O currículo CTS é considerado uma inovação educativa com pouca precisão por responder a uma amálgama de interesses (LAYTON, 1994), que se expressa em uma multiplicidade de enfoques (CHEEK, 1992), que demanda uma grande variedade de orientações CTS para o ensino de Ciências (ZIMAN, 1994) e que carece de uma base unificadora (MARCO, 1997). Estes argumentos sobre a diversidade das orientações CTS não se sustentam, porque essa diversidade é decorrente dos muitos propósitos da orientação CTS (AIKENHEAD, 2002). Adicionalmente, essa pluralidade não constitui um problema se relações entre ciência-tecnologia-sociedade forem enfatizadas, visto que essa é a característica que distingue o currículo CTS (SOLOMON, 1988). Todavia, a variedade de orientações CTS pode negligenciar algumas de suas características e provocar distorções entre o que se propõe e o que de fato ocorre no contexto escolar ou promover interpretações ingênuas.

O currículo CTS é também criticado pelo fato de evidenciar mais os impactos sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológicos que os aspectos culturais e sociais da ciência e da tecnologia (ACEVEDO DÍAZ *et al*., 2003). Entretanto, os impactos sociais e ambientais da ciência e tecnologia foram mais frequentes em decorrência da tradição norte americana dos estudos CTS, sendo mais pragmática, preocupou-se com as consequências sociais da ciência e tecnologia (ACEVEDO e ACEVEDO DÍAZ, 2002). Adicionalmente, a maioria dos especialistas em educação científica considera que discussões sobre impactos sociais e ambientais da ciência e da tecnologia podem ser mais interessantes e motivadoras para os estudantes porque estão, geralmente, relacionadas com situações reais da vida cotidiana deles (ROSENTHAL, 1989); a abordagem desses impactos permite uma melhor inserção de CTS em cursos estruturados por uma sequência de conteúdos científicos

(ACEVEDO e ACEVEDO DÍAZ, 2002) e propicia ao professor de Ciências, cuja formação é disciplinar, uma situação mais cômoda para trabalhar o enfoque CTS como uma extensão dos temas científicos (ACEVEDO DÍAZ *et al*., 2003).

Se por um lado, as aplicações do conhecimento científico e tecnológico na medicina, agricultura, indústria, comunicação, lazer, etc., abrem diversas possibilidades em relação à ampliação da qualidade de vida do ser humano, por outro, muitas dessas aplicações estão relacionadas a problemas sociais e ambientais pelos quais a humanidade vem passando, como, por exemplo, o problema da poluição do ar causada pelos motores automotivos de combustão interna. Nesse sentido, implicações sociais e ambientais do desenvolvimento da ciência e da tecnologia na sociedade precisam ser levadas para sala de aula de ciências.

Outra crítica de ordem mais interna refere-se ao fato de que a maioria dos projetos CTS no ensino de Ciências coloca a tecnologia em um plano secundário (AIKENHEAD, 2002) e por esta razão, muitos defensores da educação tecnológica se mostram contrários a esses projetos. De fato, considerar a tecnologia com menor *status* que a ciência contraria a interdependência existente entre a ciência e a tecnologia nas atividades industriais e produtivas e pode imprimir uma visão descontextualizada da atividade científica (CACHAPUZ *et al*., 2005).

Contudo, considerando as críticas e suas implicações, imaginamos a abordagem CTS como uma contribuição para o ensino de Ciências, e mais particularmente para o ensino de Química, visto que com ela se pretende contextualizar socialmente o estudo da ciência por meio de relações entre ciência, tecnologia e sociedade, promover a alfabetização científica e tecnológica e fornecer meios para desenvolver o pensar crítico e o exercício de tomada de decisão (ACEVEDO DÍAZ *et al*., 2003).

Por tomada de decisão entendemos a escolha racional entre meios alternativos de ação, o que envolve, dentre outros aspectos, uma avaliação das vantagens e desvantagens das alternativas propostas (KORTLAND, 1996). Portanto, uma das possibilidades de envolvimento dos estudantes em processos de tomada de decisão é incorporar às discussões e ações em sala de aula temas sociais vinculados aos conceitos científicos a serem estudados.

A inserção de temas é bem vinda à medida que "permite a introdução de problemas sociais a serem discutidos pelos alunos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão." (SANTOS e MORTIMER, 2000, p. 13). Nessa direção, são propostos temas sociais como pontos de partida e chegada das sequências de ensino com abordagem CTS (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Diversos temas são citados, dentre eles estão: lixo, poluição, agricultura, agrotóxicos, transgênicos, estética, anabolizantes, energia, petróleo,

água, saneamento, alimentos, saúde, plásticos, metais, etc. (SANTOS e MÓL, 2005). Nesse sentido, diferentes temas podem ser tratados no ensino de Química segundo abordagem CTS, dentre outros, optamos pelo tema Energia.

Optamos pelo tema Energia por três motivos. Primeiro, porque um dos grandes problemas da atualidade é a questão energética, ou seja, é a "a produção, distribuição e o consumo de energia para o uso industrial, doméstico, agrícola, nos transportes, etc." (CHAGAS, 1999, p. 59). Segundo, porque a Química, enquanto ciência que estuda "as propriedades, a constituição e as transformações dos materiais e das substâncias" (MACHADO e MORTIMER, 2007, p. 28), lida com aspectos energéticos, considerando que "todo processo físico, químico ou biológico ocorre envolvendo uma troca de energia com o ambiente" (CHAGAS, 1999, p. 59). Terceiro, porque estudos indicam dificuldades dos estudantes acerca dos conceitos científicos envolvidos nas transformações químicas, quais sejam: calor, energia, temperatura (MORTIMER e AMARAL, 1998) e combustão (SILVA e PITOMBO, 2006).

Mortimer e Amaral (1998) indicam dificuldades dos estudantes quanto aos conceitos científicos de calor, energia e temperatura. Segundo esses autores, compreensões de calor como substância e diretamente proporcional à temperatura, por exemplo, decorrem da forma como os estudantes expressam esses fenômenos no cotidiano (MORTIMER e AMARAL, 1998) e não correspondem ao conceito científico de calor que se "relaciona com a diferença de temperatura entre dois sistemas" (MORTIMER e MACHADO, 2011, p. 60).

Tomando os motivos pelos quais optamos pelo tema Energia para ser trabalhado no ensino de Química numa abordagem CTS, inserimos esta investigação no ensino do conteúdo de Termoquímica, visto que, é neste conteúdo que comumente são tratadas as relações entre transformações químicas e os aspectos energéticos envolvidos. Nessa direção, são apresentados a seguir conceitos de base da Termoquímica.

1.4 **Conceitos de base da Termoquímica**

A Termoquímica é "o estudo e as aplicações das leis que governam as relações entre as transformações químicas, como todos os aspectos energéticos a ela associados" (CHAGAS e AIROLDI, 1981, p. 95).

Segundo Chagas e Airoldi (1981), a preocupação de se conhecer essas relações provém desde os tempos que os homens começaram a utilizar os metais, mas as leis fundamentais que governam esses processos energéticos são as mesmas até hoje.

Lavoisier e Laplace foram os primeiros a determinarem o calor envolvido numa reação química a partir de estudos em calorimetria e destes estudos realizados obtiveram-se os seguintes resultados e conclusões: a quantidade de calor envolvida na formação de um composto era a mesma desprendida na sua decomposição; no fenômeno da respiração animal o calor é resultante de um processo de combustão lento no interior do organismo; e o calor específico de uma substância é função da temperatura (CHAGAS e AIROLDI, 1981).

Outro cientista que direcionou seus estudos à Termoquímica foi Henri Hess. Em 1838, ele verificou que o calor de neutralização entre um ácido e uma base era o mesmo não importando a ordem de adição do ácido e da base e, como resultado desse estudo, em 1840 anunciou a lei que é conhecida hoje como "Lei de Hess" (CHAGAS e AIROLDI, 1981). Segundo a Lei de Hess, "a entalpia de uma reação é a diferença entre o somatório das entalpias de formação de seus produtos e o somatório das entalpias de formação de seus reagentes, nas mesmas condições de temperatura e pressão" (SANTOS e MÓL, 2005, p. 376).

Atualmente, a Termoquímica estuda as variações de energia associadas às transformações químicas (CHAGAS, 1999). É a "parte da Termodinâmica que estuda as quantidades de calor liberadas ou absorvidas durante as reações químicas" (FELTRE, 2001, p. 357).

Dessa compreensão da Termoquímica, três conceitos científicos são relevantes e precisam ser considerados: calor, energia e trabalho. A energia é concebida como uma medida da capacidade de realizar trabalho, o calor como a energia transferida de um sistema para outro em consequência de uma diferença de temperatura e o trabalho como o movimento contra uma força oposta (ATKINS e JONES, 2006). Por exemplo, "a eletricidade pode ser transformada em trabalho por meio de motores que fazem girar polias" (SANTOS e MÓL, 2005, p. 369).

É possível medir a energia transferida para um sistema na forma de calor a partir da capacidade calorífica do sistema. Calorímetros constituem um grande conjunto de instrumentos científicos destinados a medir variações de energia em sistemas onde a temperatura tem papel relevante (CHAGAS, 1999). A calorimetria é a medida da quantidade de calor liberado ou absorvido durante as transformações físicas ou químicas (SANTOS e MÓL, 2005).

Uma das formas de expressar a quantidade de calor de uma transformação química é em calorias (cal). Caloria é a quantidade de calor necessária para elevar de 14,5 ºC a 15,5 ºC a temperatura de 1 g de água. Por exemplo, o valor calórico dos alimentos é determinado experimentalmente no calorímetro de combustão. Como a combustão de 1 mol de glicose em

um calorímetro libera 678 kcal e sendo sua massa molar igual a 180g/mol, podemos concluir que 1 g de glicose libera, aproximadamente, 3,8 kcal e então, o valor calórico da glicose é 3,8 kcal/g e refere-se ao seu calor de combustão determinado na queima direta em um calorímetro (SILVA *et al*., 2001).

A quantidade de calor liberada ou absorvida numa transformação química é denominada calor de reação ou variação de entalpia e corresponde ao calor envolvido nas reações químicas à pressão constante (SANTOS e MÓL, 2005). Dessa forma, "o calor de reação depende das substâncias envolvidas e é uma importante propriedade de sistemas químicos", pois seu conhecimento permite previsões sobre a variação de energia em reações químicas (SANTOS e MÓL, 2005, p. 370).

Vários fatores podem influenciar no calor de reação de uma transformação química: 1) fase de agregação; 2) forma alotrópica dos reagentes; 3) temperatura de ocorrência da reação; 4) a pressão em que a reação ocorre; 5) a quantidade de matéria dos reagentes e produtos; 6) e a presença ou não de solvente (FONSECA, 2001).

Segundo Fonseca (2001, p. 211-212), os calores de reação são classificados em:

Calor de combustão - "a variação de entalpia, (...), envolvida na combustão completa de 1 mol de determinada substância, em que todos os participantes da reação se encontram em condições-padrão".

Calor de formação - "a variação de entalpia, (...), envolvida na formação de 1 mol de moléculas de determinada substância, a partir de substância simples na forma alotrópica mais estável em condições-padrão".

Calor de dissolução - "a variação de entalpia, (...), envolvida na dissolução de 1 mol de determinada substância numa quantidade de água suficiente para que a solução obtida seja diluída".

Calor de neutralização - "a variação de entalpia, (...), envolvida na neutralização de 1 equivalente-grama de um ácido, $E_{ácido}$, por 1 equivalente-grama de uma base, E_{base}, ambos em soluções aquosas diluídas".

Um dos conceitos básicos da Termoquímica é o de energia de ligação, ou seja, a "variação de energia que ocorre quando se quebra ou se forma uma ligação química" (CHAGAS, 1999, p. 59). Nesse processo, a formação de ligações químicas libera energia e a quebra de ligações químicas absorve energia (SANTOS e MÓL, 2005).

Considerando o calor envolvido nas transformações químicas, temos dois tipos de reações: reação exotérmica e reação endotérmica. Quando numa reação química a quantidade de calor liberada é maior que a quantidade de calor absorvida, denomina-se de Reação

Exotérmica. Reações Exotérmicas são aquelas que liberam calor (FONSECA, 2001). Quando numa reação química a quantidade de calor liberada é menor que a quantidade de calor absorvida, denomina-se de Reação Endotérmica. Reações Exotérmicas são aquelas que absorvem calor (FONSECA, 2001).

Em síntese, os conceitos científicos do conteúdo da Termoquímica mencionados acima estão organizados no mapa conceitual a seguir (Figura 03).

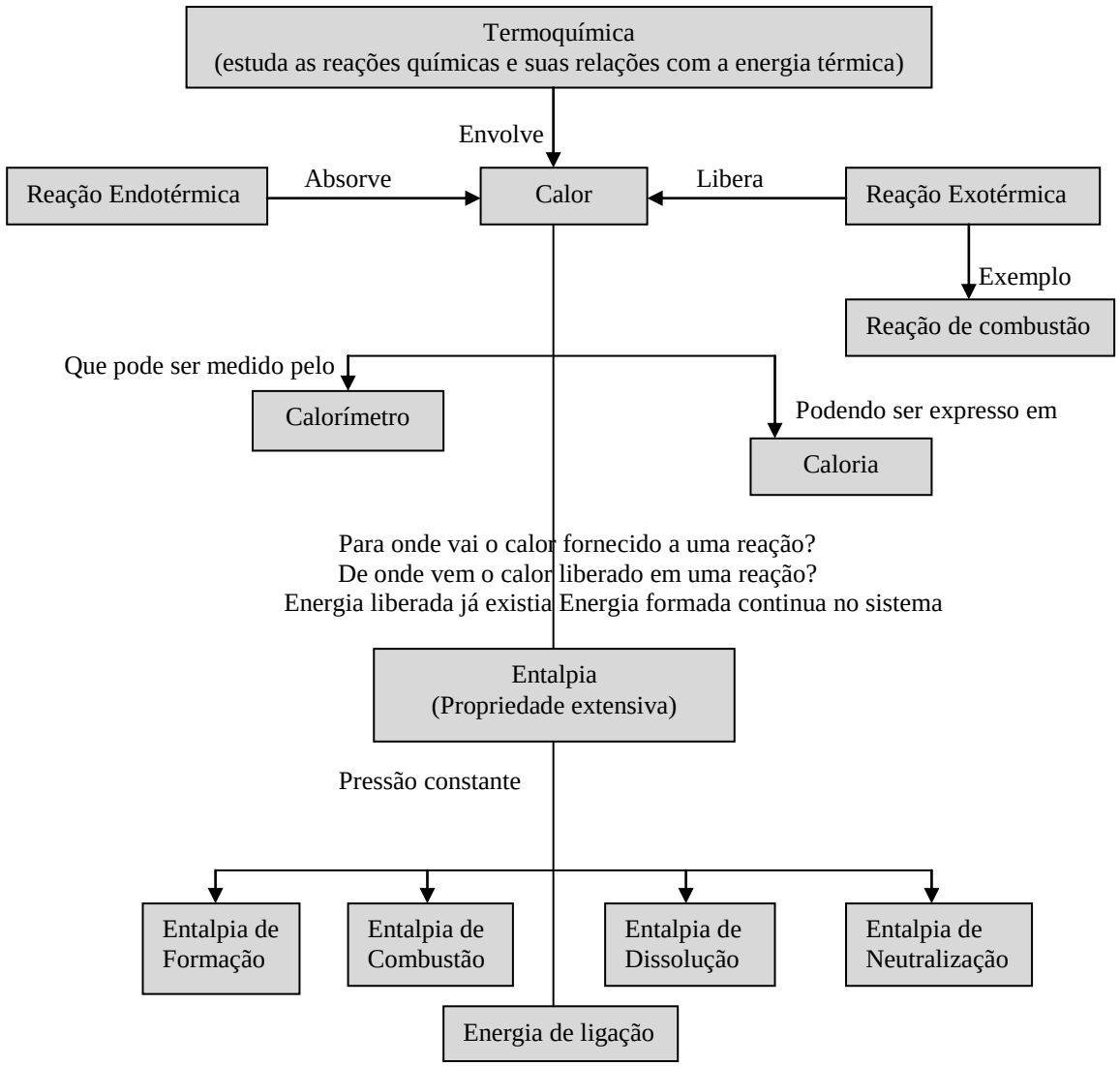

Figura 03: Mapa conceitual da Termoquímica.

Considerando os princípios da abordagem CTS como mais adequados para o ensino de Ciências e a relevância do conteúdo da Termoquímica pelos motivos mencionados anteriormente, entendemos que o ensino da Termoquímica numa abordagem CTS pode propiciar, além do tratamento de seus conceitos científicos de base (calor, reação endotérmica, reação exotérmica, reação de combustão, entalpia, entalpia de formação, entalpia de

combustão e energia de ligação), a inserção de uma discussão mais ampla pautada em conhecimentos tecnológicos e em valores e atitudes sobre problemas sociais e ambientais relacionados aos aspectos energéticos.

Nessa direção, o ensino da Termoquímica numa abordagem CTS pode possibilitar, por exemplo, discussões sobre processos de produção de energia, combustíveis usados nesses processos, poder calorífico desses combustíveis, motores automotivos de combustão interna, questões ambientais decorrentes da queima de combustíveis, soluções plausíveis para resolver tais problemas, etc., visto que é inerente a este tipo de abordagem contextualizar socialmente os conteúdos científicos por meio de relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Considerando pertinente trabalhar o ensino da Termoquímica segundo abordagem CTS, uma revisão da literatura sobre a abordagem CTS no ensino de Ciências é apresentada a seguir com o objetivo de delinearmos o campo de pesquisa em que se insere esta investigação.

1.5 **Pesquisas sobre a abordagem CTS no ensino de Ciências**

A pesquisa em ensino de Ciências vem se consolidando nas últimas décadas no Brasil e conta atualmente com grupos de pesquisas responsáveis pelo surgimento de revistas e eventos específicos sobre o ensino de Física, Química, Biologia, Ciências e áreas afins, pelo desenvolvimento de projetos de ensino e pela organização e coordenação de programas de Pós-Graduação em nível *lato* e *stricto sensu* (MEGID NETO, 2007).

Em termos históricos, o crescente interesse pelas pesquisas em ensino de Ciências, e dentro dessa grande área, em ensino de Química, foi resultado direto do movimento de reforma curricular que ocorreu principalmente nos Estados Unidos e Inglaterra, o que implicou no desenvolvimento dos projetos CBA, CHEMS e Nuffield de Química na década de 60, quando a constituição da Didática das Ciências teve início (SCHNETZLER e ARAGÃO, 1995).

Desde então, as pesquisas na área da Didática das Ciências tem investigado temas diversos, dentre os quais são consideradas como principais tendências de investigação: concepções alternativas, resolução de problemas, trabalho experimental, materiais didáticos, relações ciência-tecnologia-sociedade, linguagem e comunicação no ensino de ciências, avaliação, formação de professores com particular interesse pela epistemologia, concepções epistemológicas docentes e metacognição (CACHAPUZ *et al.*, 2001).

Nesse contexto, os estudos sobre abordagem CTS no ensino de Ciências têm merecido bastante atenção nos últimos tempos (CACHAPUZ *et al.*, 2008). Para levantarmos um

panorama desses estudos analisamos alguns trabalhos presentes na literatura. O critério de inclusão dos artigos para análise considerou a menção do termo Ciência-Tecnologia-Sociedade ou da sigla CTS em seus respectivos títulos. Nosso objetivo não foi o de estabelecer o estado da arte sobre a abordagem CTS no ensino de Ciências, mas identificar objetos de estudo privilegiados em tais artigos para conhecer o que se tem produzido na área.

Nesse sentido, analisamos 60 artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais no período de 2001 a 2011, bem como nas edições de 2005, 2007 e 2009 do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) considerando este um evento de grande relevância para a área de ensino de Ciências classificado com Qualis A.

Selecionamos seis periódicos nacionais da área de Ensino de Ciências avaliados pelo sistema Qualis considerando-os representativos para os pesquisadores da área, quais sejam: Investigações em ensino de ciências, Ciência & Educação, Revista Química Nova na Escola, Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, e Revista Ciência & Ensino. Os artigos publicados em periódicos internacionais foram analisados considerando a acessibilidade gratuita desses artigos *on line*. Quanto aos artigos publicados no ENPEC optamos por considerar os anais disponíveis das edições de 2005, 2007 e 2009, considerando a demanda de trabalhos publicados neste evento.

Na tabela 01 mostramos os periódicos nacionais e internacionais considerados e as edições do ENPEC contempladas, bem como o número de artigos analisados em cada um deles.

Tabela 01: Artigos sobre a abordagem CTS no ensino de Ciências

Periódicos nacionais	**Número de artigos analisados**
Investigações em ensino de ciências	03
Ciência & Educação	08
Revista Química Nova na Escola	01
Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	04
Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências.	01
Revista Ciência & Ensino	06
Periódicos internacionais	**Número de artigos analisados**
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	09
Enseñanza de las Ciencias	02
Revista CTS	01
Revista Portuguesa de Educação	01
ENPEC	**Número de artigos analisados**
V (2005)	04
VI (2007)	09
VII (2009)	11

Considerando os artigos analisados, identificamos os seguintes objetos de estudo: i) mapeamento dos estudos CTS – estudos que indicam orientações e perspectivas dos estudos

CTS no ensino de Ciências; ii) formação de professores de Ciências – estudos que investigam processos formativos com professores para uma orientação de ensino CTS; iii) concepções sobre CTS – estudos que têm foco voltado para as concepções docentes e discentes sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas relações; iv) implementação de abordagem CTS – estudos que investigam a aplicação de abordagem CTS no contexto escolar; v) relações CTS e materiais didáticos – estudos que analisam a existências das relações CTS em materiais didáticos e/ou propõem materiais didáticos com enfoque CTS; e vi) análise dos pressupostos teóricos do movimento CTS – estudos que analisam os pressupostos do movimento CTS e/ou sua relação com outras abordagens teóricas.

Sobre os estudos que têm como objeto de investigação o mapeamento dos estudos CTS no ensino de Ciências, cinco foram analisados: dois relacionados ao mapeamento da produção internacional (CACHAPUZ *et al*., 2008; STRIEDER e KAWAMURA, 2009) e três, ao mapeamento da produção nacional (FAGUNDES *et al.*, 2009; ABREU *et al.*, 2009; PANSERA-DE-ARAÚJO *et al*., 2009).

O mapeamento dos estudos CTS no ensino de Ciências, tomando por base a produção internacional, indica um aumento considerável desses estudos, os quais evidenciam a cultura científica, as interrelações entre a ciência e a sociedade e a necessidade de aumentar a alfabetização científica dos estudantes e evoluem para o aumento da discussão sobre políticas educativas, curriculares, sociais e culturais (CACHAPUZ *et al*., 2008). Adicionalmente, esses estudos indicam uma compreensão diversificada sobre a abordagem CTS, enfatizam tanto questões sociais quanto questões científicas e tecnológicas, propõem como objetivo a participação cidadã, investigam a inserção de propostas CTS em orientações curriculares para o ensino de Ciências, e centram atenção na atuação e formação de professores (STRIEDER e KAWAMURA, 2009).

Considerando a produção nacional, o mapeamento dos estudos CTS no ensino de Ciências indica ênfase dada às concepções de professores e estudantes sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas interrelações, à construção de atividades didáticas, a temas mais relacionados à disciplina de Física e às questões ambientais (FAGUNDES *et al.*, 2009), sinaliza uma preocupação com situações de ensino em espaços formais e não formais (ABREU *et al.*, 2009) e aponta predominância do CTS no currículo de Ciências Naturais (PANSERA-DE-ARAÚJO *et al*., 2009).

Sobre os estudos com foco voltado à formação de professores de Ciências para orientação CTS constatamos que eles são conduzidos no âmbito da formação continuada (TENREIRO-VIEIRA e VIEIRA, 2005; FONTES e CARDOSO, 2006; REBELO *et al*.,

2008) e no âmbito da formação inicial (PIERSON *et al*., 2007; SILVA e CARVALHO, 2009). No conjunto, estes estudos indicam a necessidade de reformulação do modelo de Formação de Professores (PIERSON *et al*., 2007) e a importância de um processo formativo para a adoção da abordagem CTS (FIRME e AMARAL, 2008) como possibilidades para os professores reconstruírem concepções acerca de ciência, tecnologia e sociedade mais coerentes com a Nova Didática das Ciências (VIEIRA e MARTINS, 2005; MAGALHÃES e TENREIRO-VIEIRA, 2006; FONTES e CARDOSO, 2006).

Quanto aos estudos que investigam concepções sobre CTS, alguns deles têm foco nas concepções docentes (ACEVEDO DÍAZ *et al*., 2002; QUSE e DE LONGHI, 2005; MUENCHEN e AULER, 2007; MIRANDA e FREITAS, 2007; AULER e DELIZOICOV, 2006; FIRME e AMARAL, 2008; MIRANDA e FREITAS, 2008; CUNHA e SILVA, 2009), outros nas concepções discentes (SOLBES e VILCHES, 2002; AULER *et al*., 2005; ACEVEDO-DÍAZ *et al*., 2005) e outros nas concepções docentes e discentes (MACIEL *et al*., 2009). Sobre concepções docentes, estudos indicam que a maioria dos professores concebe a tecnologia como ciência aplicada (QUSE e DE LONGHI, 2005), que as concepções docentes não são compatíveis com aquelas esperadas para uma proposta didática CTS (ACEVEDO DÍAZ *et al*., 2002; MIRANDA e FREITAS, 2007; FIRME e AMARAL, 2008) e que professores possuem preocupações que vão além da aplicação da perspectiva de ensino CTS estendendo-as para questões educacionais, como, por exemplo, o reduzido número de aulas de Ciências (MIRANDA e FREITAS, 2008). Sobre concepções discentes, estudos indicam que os estudantes têm ideias mais aceitáveis de ciência que de tecnologia, visto que esta última é concebida como ciência aplicada (ACEVEDO-DÍAZ *et al*., 2005) e que há avanço nas concepções dos estudantes sobre alguns aspectos das relações CTS (SOLBES e VILCHES, 2002).

Sobre os estudos que analisam a implementação da abordagem CTS no contexto escolar identificamos propostas CTS vivenciadas no Ensino Fundamental (GOUVEA e LEAL, 2001; ANDRADE e CARVALHO, 2002), no Ensino Médio (AMORIM, 2001; MARTINS, 2002; CARMONA, 2005; CARLETTO e PINHEIRO, 2005; MUENCHEN *et al*., 2005; FIRME e AMARAL, 2007; MURILLO, 2007; SOUZA e ALENCAR, 2007; GOULART e SANTOS, 2007; CARLETTO e PINHEIRO, 2010; FIRME e AMARAL, 2011), no EJA (SOUSA e BRITO, 2007) e no ensino superior (MEZALIRA e PANSERA-DE-ARAÚJO, 2007; PIERSON *et al*., 2007). Estes estudos revelam que relações CTS são apontadas pelos estudantes já no Ensino Fundamental, porém são simplistas e ingênuas (ANDRADE e CARVALHO, 2002), indicam que em propostas CTS os estudantes

apresentam-se mais interessados, participam mais na construção de seu próprio conhecimento e deixam de ser meros receptores de informações (CARMONA, 2005; CARLETTO e PINHEIRO, 2005), que a proposta didática CTS potencializa discussões e direcionamentos sobre aspectos atitudinais e valorativos (SOUZA e ALENCAR, 2007) e apontam a ausência de informações técnicas e científicas, a velocidade de inovação tecnológica e a dificuldade de material didático como dificuldades para uma prática docente pautada em CTS (FIRME e AMARAL, 2007; FIRME e AMARAL, 2011).

Outro aspecto identificado nos estudos sobre implementação da abordagem CTS no contexto escolar refere-se à proposição de casos simulados e de temas controversos (PÉREZ *et al.*, 2007; FLOR, 2007; VIEIRA e BAZZO, 2007; BECK *et al*, 2009; FREITAS e BRAGA, 2009; CHAVES e CHRISPINO, 2009). Os resultados desses estudos indicam que casos simulados contribuem para estabelecer as relações CTS (PÉREZ *et al.*, 2007), para desenvolver uma formação crítica dos estudantes (BECK *et al*, 2009) e aproximam conteúdos científicos à realidade vivenciada pelos estudantes (FLOR, 2007) e que temas controversos abrem espaços para que os estudantes tomem parte em discussões científicas que envolvem posições antagônicas, negociação, argumentação e tomada de decisão (VIEIRA e BAZZO, 2007; CHAVES e CHRISPINO, 2009).

Quanto aos estudos que enfocam relações CTS e materiais didáticos identificamos dois diferentes encaminhamentos: analisar relações CTS em livros didáticos de Química recomendados pelo PNLD (AMARAL *et al.*, 2009) e em artigos de divulgação científica (PRESTES e SILVA, 2007); e propor material didático com enfoque CTS (ALVES e MESSEDER, 2009). Em um desses estudos constata-se que nos livros didáticos de Química recomendados pelo PNLD as relações CTS aparecem geralmente em forma de exemplificações e com pouca discussão sobre as implicações no meio ambiente e no contexto cultural e socioeconômico, sinalizando uma necessidade dos professores recorrerem a outros materiais didáticos que potencializem relações CTS (AMARAL *et al.*, 2009).

Sobre os estudos que analisam os pressupostos do movimento CTS, alguns se debruçam quanto às contribuições no ensino de Ciências (SANTOS, 2003; ACEVEDO *et al*, 2003), outros aos aspectos a serem considerados na configuração de seus objetivos no contexto educacional brasileiro (AULER e BAZZO, 2001; SANTOS e MORTIMER, 2002; PINHEIRO *et al*., 2007; HUNSCHE *et al*., 2009) e na América Latina (LINSINGEN, 2007) e outros propõem articulações entre pressupostos desse movimento e outras abordagens teóricas (PINHEIRO *et al*, 2005; MUENCHEN e AULER, 2007; AULER *et al*., 2007; FARIAS e

FREITAS, 2007; NAVAS *et al*., 2007; SANTOS, 2008; AULER *et al*., 2009; SOBRAL *et al*., 2009; FERNANDES e MARQUES, 2009).

Diante do panorama levantado podemos dizer que o número de estudos envolvendo abordagem CTS no ensino de Ciências indica uma linha investigativa direcionada a objetos diversos, dentre os quais estão: revisão da literatura, formação de professores, concepções docentes e discentes, enfoque CTS e materiais didáticos ou artigos de divulgação científica. Todavia, investigações sobre o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos na vivência de uma abordagem CTS no ensino de Ciências não foram identificadas.

Uma lacuna relevante, dado que na abordagem CTS os conceitos científicos são subsídios essenciais para o exercício de tomada de decisão, embora não sejam os únicos. Ensinar Ciências numa abordagem CTS, "é uma forma de criar, através da Ciência, consciência civil com responsabilidade social e política e, também, de proporcionar atitudes e ferramentas intelectuais necessárias para julgar, avaliar e decidir no campo do domínio técnico e científico" (SILVA, 2000, p. 173). Dessa forma, numa abordagem CTS "o objetivo não é apenas ensinar valores, mas que os alunos, de posse do conhecimento científico, passem a integrá-los na formulação de julgamentos éticos, na capacidade de resolver problemas e na avaliação dos riscos das decisões tomadas" (SILVA, 2000, p. 173). Os valores são relevantes para emitir juízo na tomada de decisão, mas o conhecimento científico é necessário para, por exemplo, comparar vantagens e desvantagens entre as diferentes opções sobre as quais é preciso decidir (JIMÉNEZ ALEIXANDRE e PEREIRO MUÑOZ, 2002).

Adicionalmente, embora as propostas de alfabetização científica e tecnológica tenham objetivos amplos (DeBOER, 2000; LAUGKSCH, 2000), elas também ressaltam o valor dos conhecimentos científicos para apoiar as ações na sociedade. Distante de situarmos os conceitos científicos com fins em si mesmos, visto que seria uma posição contraditória às orientações CTS, advogamos por investigações sobre o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos quando se vivencia uma abordagem CTS no ensino de Ciências.

Nessa direção, visando contribuir para a lacuna de pesquisa sobre a abordagem CTS no ensino de Ciências, delineamos o campo em que se insere esta investigação: o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos da Termoquímica na vivência de uma abordagem CTS. Para uma melhor compreensão de aspectos envolvidos no processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos, buscamos contribuições teórico-metodológicas em duas teorias apresentadas no capítulo que segue: a Teoria da Mediação de Vigotski e a Teoria da Enunciação de Bakhtin.

CAPÍTULO 2 - Processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS: contribuições de perspectivas teóricas socioculturais

---

> *Pelo fato de nosso objeto fundamental de estudo e investigação concentrar-se no processo de ensino-aprendizagem do conhecimento químico, diferentemente das outras áreas da química, (...), nós, da área de educação química, nos envolvemos com* ***interações de pessoas*** *(alunos e professores) e com a* ***dinâmica do conhecimento*** *nas aulas de química.*
>
> *Schnetzler e Aragão, 1995, p.* 28. (Grifos nossos).

Neste capítulo, dentro do campo de pesquisa delineado – o ensino da Termoquímica numa abordagem CTS com foco voltado para o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos –, delimitamos o objeto de estudo desta investigação. Para tanto, desenvolvemos uma linha de raciocínio que considerou alguns dos fundamentos da Teoria da Mediação de Vigotski e da Teoria da Enunciação de Bakhtin, bem como, o panorama das pesquisas sobre a argumentação no ensino de Ciências.

2.1 **Introdução**

Desde o final dos anos 80 e início dos anos 90 alguns pesquisadores perceberam que o processo de construção de conhecimento como fundamentalmente individual não dava conta das complexas relações inerentes ao processo ensino-aprendizagem (MACHADO, 1999) e passaram a considerar os aspectos interativos e discursivos desse processo (MORTIMER, 2000; SEPULVEDA e EL-HANI, 2006; SILVA e MORTIMER, 2009).

Essas mudanças de perspectiva foram fundamentadas especialmente pelas teorias socioculturais, as quais têm como objetivo "entender a relação entre a ação humana, por um lado, e o contexto cultural, histórico e institucional, por outro" (WERTSCH *et al*., 1998, p. 19).

A influência de perspectivas teóricas socioculturais nas pesquisas em ensino de Ciências tem resultado no interesse sobre o processo de significação em salas de aula visando compreender como os significados são criados e desenvolvidos por meio do uso da linguagem e outros modos de comunicação (MORTIMER, 2000). Nessa direção, essas pesquisas têm

evoluído de uma abordagem psicológica mais voltada para aspectos individuais do processo ensino-aprendizagem para uma abordagem sociológica que considera o contexto social desse processo (CAPECCHI *et al*., 2002).

Portanto, a luz de perspectivas teóricas socioculturais, o processo ensino-aprendizagem é concebido como "um processo discursivo sócio-histórico no qual os resultados, do ponto de vista da aprendizagem, são determinados conjuntamente pelos esforços de professores e alunos" (MERCER, 1998, p. 14) e nessa direção, as interações discursivas da sala de aula têm sido consideradas como objeto de estudos sobre o ensino de Ciências (JIMENEZ-ALEIXANDRE e BUSTAMANTE, 2003).

Reflexões sobre o papel da linguagem e das interações sociais no processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos podem ser norteadas a partir dos fundamentos teóricos e metodológicos de duas perspectivas teóricas socioculturais: a Teoria da Mediação de Vigotski e a Teoria da Enunciação de Bakhtin.

2.2 **Pressupostos da Teoria da Mediação de Vigotski**

Lev Semyonovich Vigotski nasceu em Orsha, cidade da Bielo-Rússia a 5 de novembro de 1896. Formou-se em direito, pela Universidade de Moscou em 1917 e especializou-se como professor em literatura e psicologia. Morreu de tuberculose em 1934 aos 38 anos. Sua obra incompleta foi continuada por seus colaboradores, mais particularmente, por Leontiev e Luria (MOREIRA, 1999).

Vigotski participou intensamente de uma época revolucionária em termos políticos, culturais e artísticos passeando por temas como crítica literária, estética, psicologia da arte, linguística, filosofia da linguagem, psicanálise e educação (MORATO, 1996).

Crítico atento das correntes psicológicas de seu tempo, Vigotski se opôs ao behaviorismo por este não considerar aspectos da consciência humana e sim as funções mentais inferiores e ao idealismo por este ter como sua metodologia a introspecção, limitando-se a descrever os fenômenos psíquicos sem explicá-los (BOLZAN, 2002).

Em meio a esse dualismo entre essas correntes psicológicas, Vigotski desenvolveu seus trabalhos entre os anos de 1926 e 1936 com a pretensão de criar uma psicologia marxista (GOLDFELD, 2002). Nessa direção, buscou a criação de uma psicologia que sintetizasse o behaviorismo e o idealismo (BOLZAN, 2002) partindo de uma nova concepção da origem, do desenvolvimento e da natureza das funções psicológicas superiores que superasse reducionismos subjetivistas e objetivistas (FREITAS, 2002). Cabe aqui considerarmos que as

funções são ditas superiores porque se referem a mecanismos intencionais, ações conscientemente controladas, processos voluntários que dão ao indivíduo certa independência em relação às características do momento e do espaço presente, diferentemente das funções elementares de origem biológica como as reações automáticas, as ações reflexas e as associações simples (REGO, 1999).

Ao buscar desenvolver uma teoria psicológica, Vigotski tinha como preocupação inicial estabelecer interlocução com os psicólogos russos da época demonstrando que a consciência e o comportamento, objetos da investigação psicológica, não poderiam ser entendidos separadamente, e sim como uma totalidade unificada pelo mecanismo do desenvolvimento de processos psicológicos por meio da aquisição da experiência social e cultural (CAVALCANTI, 2005).

Nessa direção, os objetivos dos estudos de Vigotski (1999a, p. 25) foram o de "caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana e de como se desenvolvem durante a vida do indivíduo" partindo da premissa de que o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural no qual ele ocorre.

Concebendo o homem como um ser eminentemente social, Vigotski considerou que a elaboração da consciência ocorre a partir da apropriação contínua dos modos de ação culturalmente elaborados realizada por intermédio do contato social (OLIVEIRA, 2005). Uma de suas ideias básicas é a de que os processos psicológicos superiores, únicos dos seres humanos e que têm como característica alto grau de universalização e descontextualização da realidade empírica imediata se originam nas relações sociais (VIGOTSKI, 1999a).

Nesse sentido, o desenvolvimento das funções mentais superiores tem relação com a mediação pelo outro (NOGUEIRA, 2005), pois "é na interação com o outro que o sujeito se constitui (...)" (MACHADO, 1999, p. 50). O desenvolvimento do indivíduo vai sendo estabelecido nos planos da interação através do processo denominado por Vigotski (1999a, p. 75) de internalização que consiste numa série de transformações:

> *Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal*. Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro *entre* pessoas (*interpsicológica*), e, depois, *no interior* da criança (*intrapsicológica*). Isso se aplica igualmente para a atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Todas as

> funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos (grifos do autor).

Nessa perspectiva, Vigotski (1999a) considera a interação social como o veículo fundamental para a internalização dos conhecimentos sociais, históricos e culturalmente construídos, ou seja, o desenvolvimento cognitivo de um indivíduo é a conversão de relações sociais em funções mentais. O indivíduo constitui suas formas de ação e sua consciência através do mecanismo de internalização progressiva das funções psicológicas superiores ao longo do seu desenvolvimento.

Dessa forma, "as primeiras ideias sobre as coisas e os fenômenos, as chamadas ideias prévias na linguagem construtivista, (...) são vistas como elaborações individuais (...), mas derivadas da *internalização* das significações (...) em interação com os outros" (MALDANER, 2000, p. 148) (grifos do autor). Portanto, "na perspectiva de Vigotski, construir conhecimentos implica numa ação partilhada, visto que, é através dos outros que as relações entre sujeito e objeto de conhecimento são estabelecidas" (REGO, 1999, p. 110).

Para Vigotski (1999b), uma das chaves para o entendimento da ação humana é o conceito de mediação. É pela mediação que se dá a internalização (VIGOTSKI, 1999b). O conceito de mediação fundamenta-se na teoria marxista da produção, para a qual, o desenvolvimento humano é o resultado da atividade do trabalho (VIGOTSKI, 1999a). Para Marx, o trabalho é um ato que se passa entre o homem e a natureza: o homem age sobre a natureza modificando-a com o seu trabalho (COUTINHO, 2002). Na realização desta atividade, o homem cria instrumentos, ou seja, ferramentas mediadoras. O machado, por exemplo, é uma ferramenta mediadora mais apropriada que a mão humana para cortar madeira. Ao mesmo tempo em que o homem atua fazendo uso de ferramentas mediadoras, modifica o mundo e se modifica pelo desenvolvimento de suas funções psicológicas superiores (VIGOTSKI, 1999a).

Vigotski (1999b) estende o conceito de mediação homem-mundo pelo uso de instrumentos ao uso de signos como instrumentos psicológicos. Para ele, "com o auxílio dos signos, o homem pode controlar voluntariamente sua atividade psicológica e ampliar suas capacidades de atenção, memória e acúmulo de informação, (...)" (REGO, 1999, p. 52). Seu conceito de signo em difere da definição de signo linguístico dada por Saussure. Para Saussure (1991), o signo linguístico é composto por duas partes: o significado, que é o conceito; e o significante, que é a imagem acústica. O signo, segundo Saussure (1991), segue os princípios da: i) arbitrariedade, relação entre significado e significante é arbitrária; ii)

linearidade, o significante se desenvolve no tempo, portanto é linear; iii) mutabilidade, relativo à evolução da língua como fato social; e iv) imutabilidade, pelo fato da língua ser imposta aos indivíduos sem que estes possam modificá-la.

Diferentemente de Saussure, Vigotski (1999b) considera a relação significado e significante não estática, dado que o significado evolui no decorrer do desenvolvimento do indivíduo. Nessa perspectiva, diferencia significado e sentido. O sentido:

> é um todo complexo, fluido e dinâmico, que tem várias zonas de estabilidade desigual. O significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa. Uma palavra adquire seu sentido no contexto em que surge: em contextos diferentes, altera o seu sentido. O significado permanece estável ao longo de todas as alterações do sentido (VIGOTSKI, 1999b, p. 181).

O sentido é um aspecto particular do signo pelo fato de ser formado a partir das relações sociais vivenciadas pelo indivíduo. "O sentido depende da história do indivíduo e do contexto no qual o diálogo ocorre, ele não preexiste. O significado então é uma parte mais estável do signo" (GOLDFELD, 2002, p. 23). Portanto, o signo não é entendido como uma palavra que possui uma relação estática entre significado e significante, mas como uma palavra que possui inúmeras possibilidades de sentidos criados no momento da interação e dependentes do contexto (VIGOTSKI, 1999b).

Dentre os diferentes sistemas simbólicos, a linguagem, enquanto sistema de signos linguísticos, é o mais importante dado que não é apenas uma forma de comunicação, mas também uma função reguladora do pensamento (VIGOTSKI, 1999b).

Para Vigotski (1999b), a linguagem se apresenta de três maneiras: i) a externa, que ocorre através da emissão da palavra quando a criança aprende a falar; ii) a egocêntrica, que acompanha a atividade e se converte em um instrumento de pensamento quando serve para solucionar um problema; e iii) a interiorizada, que envolve a internalização da palavra convertendo-se em estrutura básica de pensamento quando a criança estabelece um diálogo com ela mesma para solucionar um problema.

Dessa forma, a linguagem pode cumprir um contínuo de duas funções: inicialmente uma função comunicativa e em seguida, um função reguladora do pensamento ao orientar-se para o próprio sujeito (VIGOTSKI, 1999b). A linguagem é "um produto social, resultante da cultura, ao mesmo tempo em que é um processo individual, servindo de instrumento para pensar e comunicar" (BOLZAN, 2002, p. 45). Em síntese, a linguagem funciona como instrumento mediador que permite "a comunicação entre os indivíduos, o estabelecimento de

significados compartilhados por determinado grupo cultural, a percepção e interpretação de objetos, eventos, e situações do mundo circundante" (REGO, 1999, p. 55).

É nesse sentido que os sistemas de signos, especialmente a linguagem, são considerados instrumentos psicológicos, ferramentas simbólicas ou mediadores internos da relação do homem com ele mesmo e com os outros homens (VIGOTSKI, 1999b). Portanto, quando tratamos das questões vigotskianas, consideramos que "é pela linguagem que se constitui o pensamento do indivíduo. (...). A linguagem constitui o sujeito, a forma como este recorta e percebe o mundo e a si próprio" (GOLDFELD, 2002, p. 18-19). É por meio da linguagem que os indivíduos entram em contato com o conhecimento humano e adquirem conceitos sobre o mundo apropriando-se da experiência acumulada no decurso da história social (FREITAS, 2002).

Vigotski (1999a) identifica dois níveis de desenvolvimento: nível de desenvolvimento real, entendido como processos mentais já estabelecidos e dominados pelos indivíduos; e o nível de desenvolvimento potencial, que se refere ao que os indivíduos conseguem fazer mediante a ajuda do outro. À distância entre esses dois níveis de desenvolvimento, ele chamou de Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP). Interessa-nos destacar que no processo de ensino-aprendizagem, o aprendizado possibilita, orienta e estimula processos de desenvolvimento à medida que cria a ZDP, isto é, coloca em movimento processos de desenvolvimento que, sem a ajuda do outro, não ocorreriam e o ensino, por sua vez, deve incidir na zona de desenvolvimento potencial dos estudantes (VIGOTSKI, 1999a).

De acordo com esse contexto teórico, o processo ensino-aprendizagem é um fenômeno mediado socialmente pelos signos e pelo outro via internalização. Nesse processo, seguindo Vigotski (1999b), os estudantes vão internalizando experiências e significados fornecidos pela cultura, reconstruindo individualmente modos de ação realizados externamente e aprendendo a organizar os próprios processos mentais.

Portanto, ao processo de ensino-aprendizagem caberá, "partindo daquilo que a criança já sabe (o conhecimento que ela traz de seu cotidiano, sua ideias a respeito dos objetos, fatos e fenômenos, suas 'teorias' acerca do que observa no mundo), (...) ampliar, desafiar a construção de novos conhecimentos" (REGO, 1999, p. 108).

Vigotski (1999b) diferencia dois tipos de conhecimentos: os conhecimentos construídos na vivência cotidiana dos indivíduos, os chamados conceitos cotidianos; e os conhecimentos elaborados por meio do ensino sistemático, os chamados conceitos científicos. Os conceitos cotidianos "se caracterizam pela ausência da percepção consciente de suas relações" e estas "são orientadas pelas semelhanças concretas e generalizações isoladas"

(NUÑÉZ e PACHECO, 1997, p. 23) (tradução nossa). Os conceitos científicos, "se caracterizam por formar parte de um sistema hierárquico em um complexo de interrelações, com diferentes níveis de organização, subordinação e supra-ordenação, expressos em princípios, leis e teorias" (NUÑÉZ e PACHECO, 1997, p. 23) (tradução nossa). Um dos elementos psicológicos fundamentais do processo de formação de conceitos científicos destacados por Vigotski é o estabelecimento de um sistema de relações com outros conceitos e, nessa direção, a formação de conceitos científicos se constitui como "um processo complexo do pensamento em uma rede conceitual" (NUÑÉZ e PACHECO, 1997, p. 22).

Para Vigotski (1999b), os tipos de conceitos se relacionam e se influenciam mutuamente, permitindo a evolução de ambos. O processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos parte, inicialmente, do contato com a sua definição verbal, "que nas condições de um sistema organizado desce em direção ao concreto, ao fenômeno (...)" (BAQUERO, 2001, p. 91). Por conseguinte, esse processo pressupõe movimentos dinâmicos de "descida" aos conceitos cotidianos e de "subida" em direção a abstração, numa relação dialética que muda o estatuto psicológico de ambos.

Visando investigarmos o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos da Termoquímica segundo abordagem CTS, as especificidades dos tipos de conceitos propostos por Vigotski (1999b) foram relevantes para melhor caracterizarmos os conceitos científicos e compreendermos a dinâmica de seu desenvolvimento, visto que, foram com eles que trabalhamos nesta investigação.

Em síntese, considerando pressupostos vigotskianos mencionados, o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos: i) é um fenômeno social mediado pelo outro e pelos signos; ii) envolve a linguagem em sua dimensão comunicativa e constitutiva do pensamento; iii) deve incidir na zona de desenvolvimento potencial dos estudantes; iv) e envolve uma relação dialética entre conceitos cotidianos e conceitos científicos.

Todavia, as proposições de Vigotski não aprofundam relações entre o processo de ensino-aprendizagem e seus contextos históricos, culturais e institucionais (WERTSCH, 1993; FONTANA, 2005).

Segundo Fontana (2005, p. 123), "apesar de uma das grandes contribuições de Vigotski estar na análise da elaboração conceitual como prática social imersa nos contextos institucionais, (...), há uma dimensão nessa prática que ele não aborda: as marcas ideológicas". Para esta autora, Vigotski não configura a escola dentro de uma situação histórica dada, que estabelece as condições dentro das quais os significados e os sentidos são expressos, articulados e validados, situando as contribuições de Bakhtin no

redimensionamento da significação como fato sócio-ideológico. Nessa direção, outra perspectiva teórica permitiu ampliarmos nossa compreensão do processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos da Termoquímica segundo abordagem CTS: a Teoria da Enunciação de Mikhail Bakhtin.

2.3 **Pressupostos da Teoria da Enunciação de Bakhtin**

Mikhail Mikhailovitch Bakhtin nasceu em 1895 em Oriol, ao sul de Moscou. Graduou-se em Letras, História e Filosofia. Influenciado pelo marxismo, Bakhtin concebia o homem como um ser histórico e social percebido no concreto das relações sociais. Assim, negou a Estética formalista e psicologista, a Linguista do subjetivismo idealista e do objetivismo abstrato e a Psicologia subjetivista e objetivista, e denunciou a unilateralidade dessas posições dicotômicas anunciando uma Estética que relacionasse conteúdo e forma, uma Poética que integrasse o homem à vida, uma Linguística que focalizasse a linguagem verbal numa realidade interacional, uma Psicologia sociológica que recuperasse a dialética entre o externo e o interno através da interação verbal (FREITAS, 2002).

Bakhtin desenvolve sua Teoria da Enunciação criticando duas orientações do pensamento linguístico-filosófico: o subjetivismo idealista por este entender o fenômeno linguístico como um ato significativo da criação individual, e o objetivismo abstrato por este separar língua e fala. Entretanto, destacamos aqui a orientação denominada de objetivismo abstrato, dado que a Teoria da Enunciação bakhtiniana é vista como resultante da crítica feita a essa postura teórica (FLORES e TEIXEIRA, 2005).

Segundo Ferdinand Saussure (1991), maior representante do objetivismo abstrato, o estudo da linguagem comporta duas partes: a língua (*langue*) (social) e a fala (*parole*) (individual). A língua é o aspecto social da linguagem, visto que é compartilhada por todos os falantes de uma comunidade linguística e a fala é o aspecto individual da linguagem, pois se refere às características pessoais que os falantes imprimem na sua linguagem (SAUSSURE, 1991). A língua é formada pela comunidade e o indivíduo não pode modificá-la, devendo apenas aceitá-la e utilizá-la (SAUSSURE, 1991).

Para Saussure (1991), é a língua o objeto de estudo da Linguística concebendo-a como um sistema de regras abstratas composto por elementos significativos relacionados. Nesse sentido, o objeto de estudo da Linguística centra-se no sistema linguístico – sistema fonético, gramatical e lexical da língua – e se interessa pela relação do signo para o signo no interior de um sistema (SAUSSURE, 1991).

Bakhtin (2006), contemporâneo de Saussure, critica essa concepção de língua enquanto sistema de regras. Para ele:

> Na realidade, o locutor serve-se da língua para suas necessidades enunciativas concretas (para o locutor, a construção da língua está orientada no sentido da enunciação da fala). Trata-se, para ele, de utilizar as formas normativas (...) num dado contexto. Para ele, o centro de gravidade da língua não reside na conformidade à norma da forma utilizada, mas na nova significação que essa forma adquire no contexto. (...). Não: para o locutor o que importa é aquilo que permite que a forma linguística figure num dado contexto, aquilo que a torna um signo adequado às condições de uma situação concreta dada (BAKHTIN, 2006, p. 95-96).

Embora o componente linguístico não seja negado, para Bakhtin (2006, p. 98-99), a consciência subjetiva do locutor não se utiliza desse sistema de regras, pois "na realidade, não são palavras o que pronunciamos ou escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis, etc.". O estudo das formas linguísticas só é possível no interior de uma Teoria da Enunciação (BAKHTIN, 2006).

Bakhtin (2006) propõe a observação da dinamicidade da linguagem e desenvolve o conceito de enunciação. A enunciação é a materialização da interação verbal de sujeitos históricos e a língua é produto da interação verbal materializada na enunciação (BAKHTIN, 2006). A proposta de Bakhtin é ver a língua imersa na realidade enunciativa concreta, servindo aos propósitos comunicacionais do locutor. Dessa forma, "não importa a forma linguística invariável, mas a sua função em um dado contexto" (FLORES e TEIXEIRA, 2005, p. 48).

Ao criticar o objetivismo abstrato, Bakhtin (2006) concebe a língua como um conjunto de significações dadas em um determinado contexto e como um elo entre o psiquismo e a ideologia. O psiquismo e a ideologia são inseparáveis (BAKHTIN, 2006). Na origem do desenvolvimento do indivíduo a ideologia é internalizada construindo sua consciência individual e, em contra partida, este indivíduo atua nos sistemas sociais com suas marcas ideológicas individuais que são originalmente sociais (BAKHTIN, 2006).

Seguindo Bakhtin (2006), quando significamos o mundo, o fazemos mediados semioticamente. "A relação do nosso dizer com as coisas (...) nunca é direta, mas se dá obliquamente: nossas palavras não tocam as coisas, mas penetram na camada de discursos sociais que recobrem as coisas" (FARACO, 2009, p. 50-51). Os signos não só refletem, mas refratam a realidade, dado que "com nossos signos nós não somente descrevemos o mundo,

mas construímos (...) diversas interpretações (refrações) deste mundo" (FARACO, 2009, p. 50-51). Disto decorrem os diferentes modos de dar sentido ao mundo, as várias verdades, os inúmeros discursos, as inúmeras línguas ou vozes sociais (BAKHTIN, 2003). A noção de vozes não se refere apenas aos sons emitidos na fala, mas envolve perspectivas do indivíduo: seu horizonte social, sua intenção, sua visão de mundo (BAKHTIN, 2003).

O que importa para Bakhtin é o encontro sociocultural de diferentes vozes assumindo que o verdadeiro ambiente de um enunciado é a dinamicidade semiótica em que as vozes sociais se cruzam de modo multiforme originando novas vozes sociais (FARACO, 2009).

Nessa direção, Bakhtin (2006) situa as vozes sociais, ou seja, as visões de mundo, numa intrincada cadeia de responsividade como se fosse um grande diálogo. O dialogismo é o modo de funcionamento da linguagem, "pois cada vez que se produz um enunciado o que se está se fazendo é participar de um diálogo com outros discursos" (FIORIN, 2006, p. 21). O princípio do dialogismo postula que um enunciado reflete não só a voz que o produz, mas também a voz a que se dirige: "na formulação de um enunciado uma voz responde de alguma maneira a enunciados precedentes e antecipa as respostas de outros enunciados que seguirão" (WERTSCH, 1993, p. 73). Todo dizer é internamente dialogizado, é o ponto de encontro e confronto de múltiplas vozes.

Enunciar é responder, cada enunciado é uma resposta e ao mesmo tempo espera uma resposta, pois todo enunciado é uma réplica e não pode deixar de se orientar para o já dito (BAKHTIN, 2003). Os enunciados são irrepetíveis, são acontecimentos únicos, são delimitados pela alternância dos falantes quando permitem a resposta do outro, têm autor ao revelar uma posição e têm destinatário, pois são sempre dirigidos a alguém. Os enunciados não existem fora das relações dialógicas (BAKHTIN, 2003).

A língua em sua integridade concreta e viva, o discurso do ponto de vista bakhtiniano, é um fenômeno social complexo, multifacetado, que nasce a partir do diálogo entre diversos discursos, e que ao tempo em que se constitui no âmbito do já-dito, é orientado para a resposta que é solicitada a surgir. O discurso responde a outros dizeres e, por conseguinte, é tecido heterogeneamente por uma diversidade de vozes, de posições sociais, de pontos de vista (BAKHTIN, 2006).

Para Bakhtin (2003), os sentidos de uma palavra não são dados, são elaborados nas enunciações concretas e são o efeito das interações verbais entre os indivíduos. "Neles ecoam, confrontam-se vozes a que a enunciação concreta responde, antecipa ou ignora. Vozes que representam perspectivas ideológicas socialmente definidas" (FONTANA, 2005, p. 124). A produção de sentidos é ativa porque para cada palavra da enunciação que está em processo de

compreensão, o interlocutor faz corresponder uma série de palavras suas, formando uma réplica (BAKHTIN, 2006). A compreensão empenha-se em combinar a palavra do outro com uma contrapalavra (BAKHTIN, 2006). A apreensão do discurso do outro emerge de um processo dialógico de confrontação entre as palavras alheias e as palavras já elaboradas pelo sujeito (BAKHTIN, 2006). A compreensão ativa da palavra do outro é o resultado do confronto entre significados conhecidos pela consciência e o sentido construído no intuito comunicativo do locutor, o que leva a um novo ponto de vista sobre o signo, instaurado na consciência (BAKHTIN, 2006).

No processo de compreensão ativa, Bakhtin (2006) apresenta duas tendências fundamentais da reação ativa ao discurso de outrem: uma tendência dogmática pela qual o locutor conserva o discurso de outrem criando fronteiras nítidas e estáveis em seu enunciado; e uma tendência polifônica pela qual o locutor infiltra suas réplicas, seus comentários no discurso de outrem se esforçando para desfazer tais fronteiras.

Bakhtin apresenta duas categorias do discurso de outrem: o discurso de autoridade e o discurso internamente persuasivo. O discurso de autoridade "se apresenta como uma massa compacta, encapsulada, centrípeta, impermeável, resistente a bivocalizações" (BAKHTIN, 1981, p. 342). O discurso internamente persuasivo é maleável e aberto a ressignificações e reacentuações (BAKHTIN, 1981).

O discurso de autoridade demanda de uma autoridade previamente reconhecida e é imposto ao outro. Com ele não há discussão, há somente reconhecimento e assimilação. Nesse sentido, não há possibilidade de compreensão da palavra autoritária por meio das próprias palavras (BAKHTIN, 2006). O discurso internamente persuasivo diferencia-se do discurso de autoridade à medida que seu processo de assimilação se dá pelo confronto com palavras alheias, tornando-se palavras alheias próprias (BAKHTIN, 2006). Portanto, com o discurso internamente persuasivo reafirma-se a compreensão ativa e responsiva.

A distinção entre o discurso de autoridade e o discurso internamente persuasivo (BAKHTIN, 1981) tem estreitas relações com a ideia de dualismo funcional dos textos proposta por Lotman (1988). De acordo com este autor, todo texto cumpre duas funções: a primeira função é a de transmitir significados adequadamente e a segunda função é a de gerar novos significados, as quais são consideradas por Werstch (1993) como função unívoca e função dialógica, respectivamente.

Adicionalmente, para qualquer discurso existe sempre uma tensão entre as funções unívocas e dialógicas (WERSTCH, 1993). Por exemplo: o discurso do professor de Ciências em sua sala de aula é construído numa tensão entre o discurso de autoridade, quando procura

estabelecer a transmissão de significados canônicos de conceitos científicos e discurso internamente persuasivo, quando busca promover o encontro de contrapalavras para que os estudantes reconstruam sentidos para esses significados canônicos, visto que são estranhos aos mesmos e geralmente, diferentes de suas concepções cotidianas.

Tomando por base o dialogismo bakhtiniano, o processo de reconstrução de significados é social – pois o "eu" para Bakhtin só existe numa relação com o "outro" –, e é dialógico – dado que as palavras do indivíduo são resultado do confronto com palavras alheias. Os indivíduos internalizam signos construídos socialmente, ou seja, reconstroem significados socialmente compartilhados em um processo mediado pelo outro e pela linguagem (FONTANA, 2005).

Nesse contexto teórico, o processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos se constitui como uma reconstrução de significados que implica na atribuição de "novos sentidos às palavras já compreendidas a partir do discurso cotidiano" (MORAES *et al*., 2007, p. 192) e "configura-se como um processo de articulação, pelo confronto, de múltiplas vozes historicamente definidas, em condições de interação – compreensão/expressão – determinadas. Configura-se como um processo discursivo" (FONTANA, 2005, p. 125).

Segundo Bakhtin (1981), o processo de reconstrução de significados é gradual e segue um padrão que tem início quando os novos significados são introduzidos no plano social. Por exemplo: numa situação de sala de aula de Ciências este processo se inicia com a introdução de significados de conceitos científicos pelo professor, os quais nesse momento são vistos pelos estudantes como estranhos e como palavra alheia pertencente ao outro, ou seja, ao professor ou ao livro didático (MORTIMER, 2010).

Após esta etapa inicial, a reconstrução progressiva de significados, de acordo com Bakhtin (1981), continua quando o indivíduo considera os novos significados como palavra-pessoal-alheia. Sendo assim, numa situação de sala de aula de Ciências, este processo corresponde ao momento em que o estudante começa "a ver os novos significados não mais como completamente estranhos", mas como metade dele e metade do outro, por exemplo, do professor ou do livro didático (MORTIMER, 2010, p. 190-191).

Finalmente, o processo de reconstrução de significados se concretiza, seguindo Bakhtin (1981), quando os significados são completamente apropriados pelo indivíduo, isto é, quando a palavra do outro se transforma dialogicamente em palavra-pessoal. Dessa forma, esta etapa corresponde ao momento em que os estudantes são capazes de "aplicar novos significados a uma variedade de diferentes fenômenos ou situações, (...)" (MORTIMER, 2010, p. 191).

Em síntese, através dos pressupostos da Teoria da Mediação de Vigotski e da Teoria da Enunciação de Bakhtin, concebemos o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos como processo reconstrutivo de significados. Reconstruir significados "é dialogar com a palavra do outro. É povoar esta palavra com suas próprias contrapalavras" (MORTIMER, 2010, p. 185). Portanto, quando os estudantes aprendem (reconstroem significados), colocam a palavra do professor em diálogo com as suas próprias palavras (MORTIMER, 2010).

É no contexto das teorias socioculturais que os processos comunicativos da sala de aula têm sido cada vez mais privilegiados nas pesquisas em ensino de Ciências. Isso porque o processo ensino-aprendizagem depende necessariamente de um processo comunicativo pelo qual os significados apresentados pelo professor são introduzidos, negociados e reconstruídos pelos estudantes (EDWARDS e MERCER, 1987).

Essas perspectivas teóricas evidenciaram o valor das interações verbais em nossa investigação, as quais passaram a "ser entendidas como condição necessária para a produção de conhecimentos por parte dos alunos, particularmente aquelas que permitam o diálogo, (...), o confronto de pontos de vistas divergentes (...)" (REGO, 1999, p. 110). Mas, como instaurar interações verbais em sala de aula com tais características?

Tomando por base a ideia bakhtiniana de que o sujeito se constitui discursivamente na "combinação de diferentes linguagens, vozes sociais, falares, que formam uma unidade superior" (BAKHTIN, 1998, p. 75) e de sua dialogização – confronto entre essas diferentes vozes sociais (BAKHTIN, 1998), assumimos que a argumentação é um modo específico de interação verbal, é um tipo de discurso privilegiado para a reconstrução de significados de conceitos científicos em sala de aula, visto que implica movimentos discursivos de justificação de pontos de vista e resposta a perspectivas contrárias, através dos quais "concepções a respeito do mundo são continuamente formuladas, revistas e eventualmente, transformadas" (LEITÃO, 2007, p. 82).

Nessa perspectiva, uma hipótese central dessa investigação considerou que quanto mais argumentativas forem as interações verbais entre professor e estudantes e entre estes últimos, quanto mais incitarem a emergência de pontos de vistas divergentes, mais possibilitarão processos de reconstrução de significados em sala de aula.

Adicionalmente, a argumentação também é proposta quando é pretendido um ensino de Ciências mais coerente com a epistemologia da Ciência. O exercício da argumentação em sala de aula de Ciências possibilita a emergência de operações intelectuais – comparações, julgamentos, negociações, justificativas e conclusões – características da produção de

conhecimento científico (FERNANDES, 2002). Em perspectivas atuais da Filosofia e Sociologia da Ciência é consenso que a construção do conhecimento científico envolve um processo de negociação entre os membros da comunidade científica sobre modelos e teorias para explicações sobre o mundo (RAMOS, 2004). Esse processo de negociação ocorre através de uma cadeia de raciocínios, pois os cientistas na defesa de suas teorias precisam demonstrar que as evidências apresentadas são suficientes para suportar suas argumentações (JORGE e PUIG, 2000). A construção do conhecimento científico implica a construção de teorias para explicações sobre o mundo que podem ser desafiadas e refutadas, e nesse sentido, progride mais pela disputa, conflito e argumentação do que pelos acordos (ERDURAN *et al.*, 2006).

Portanto, considerando o campo de pesquisa em que se insere esta investigação – ensino da Termoquímica segundo abordagem CTS com foco voltado para o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos – direcionamos nosso olhar para as interações verbais entre professores e estudantes considerando-as em sua relação com a argumentação.

Nessa direção, percorremos a seguir um breve histórico da argumentação, estudos que conferem contribuições da argumentação para o processo ensino-aprendizagem e, mais especificamente, para o processo ensino-aprendizagem de Ciências. O nosso objetivo foi o de delimitar o objeto de estudo dessa investigação.

2.4 **A argumentação: um modo específico de interação verbal**

As discussões sobre a argumentação não são recentes, alguns dos grandes pensadores da História da humanidade, como Platão e Aristóteles, já discutiam sobre a temática (ERDURAN *et al*., 2006).

A Argumentação foi pensada inicialmente como componente dos sistemas retórico (a arte de bem falar), lógico (a arte de pensar corretamente) dialético (a arte de bem dialogar) (PLANTIN, 2008).

Desde a Antiguidade, os gregos fazem da argumentação um instrumento da Retórica, uma "técnica pedagógica para dar condições às pessoas de acessarem um conhecimento estabelecido, (...) ou ainda um modo de convencer alguém sobre uma verdade ou uma tomada de decisão" (RIBEIRO, 2009). Segundo Ribeiro (2009), é com a Retórica de Aristóteles que surge o estudo sistemático da estrutura do pensamento racional, a sistematização da teoria da argumentação.

Segundo Plantin (2008), no final do século XIX a Retórica foi criticada, considerada como disciplina não científica e eliminada do currículo da universidade republicana. O estudo

das práticas discursivas foi repensado no quadro da análise do discurso, da comunicação institucional e das interações verbais e, apenas a história da Retórica foi considerada para ser abordada no campo universitário (PLANTIN, 2008).

Essa decaída da Retórica teve como cenário o fim do Segundo Império francês regido por Napoleão III, a derrota de 1870 contra a Prússia e a necessidade de uma reforma intelectual e moral (PLANTIN, 2008). De acordo com Plantin (2008), com base na visão positivista da ciência, da cultura e da sociedade, a terceira república decide definir as tarefas fundamentais da universidade considerando que o saber retórico não é saber. Adicionalmente, a Retórica era a base da educação dos jesuítas e na época se vivia um período de contestação entre a Igreja e o Estado. Outro aspecto que atuou contra a Retórica refere-se ao fato de que os colégios jesuítas praticavam os exercícios retóricos em latim, e nesse período, a emancipação do francês sobre o latim estava no ápice (PLANTIN, 2008). Assim, "um Estado laico só poderia querer, então, emancipar-se da retórica como símbolo de uma educação religiosa duplamente 'retrógrada'" (PLANTIN, 2008, p. 14).

Nesse contexto, os estudos da argumentação, identificados com uma retórica deslegitimada, ficaram numa posição delicada (PLANTIN, 2008). Contudo, vale destacarmos que diante da pressão para deslegitimação da Retórica, o interesse pela argumentação ainda persistiu em dois campos de conhecimento: o campo do direito e o campo da teologia (PLANTIN, 2008).

Entretanto, vincular o desaparecimento dos estudos da argumentação à eliminação da Retórica, segundo Plantin (2008), seria uma excessiva simplificação, visto que outros fatores podem ser levados em conta, como, por exemplo, o novo estatuto concedido à Lógica com a publicação de Frege em 1879: a Escrita do Conceito.

Na medida em que a publicação de Frege concedeu um novo estatuto à Lógica, além de axiomatizá-la, reforçou a deslegitimação da Retórica (PLANTIN, 2008). Dessa forma, a Lógica não pôde mais ser vista como a arte de pensar e sim como a arte de calcular, renunciando sua função de orientadora do pensamento, deixando de fornecer a base para o discurso racionalmente argumentado e afastando-se da lógica clássica de Aristóteles (PLANTIN, 2008). Isso porque, "as regras do método não são mais as do silogismo, mas as da ciência, da observação, do cálculo e da experiência" (PLANTIN, 2008, p. 16).

A Retórica volta a ser objeto de interesse de estudos na década de 30 do século XX implicando no surgimento das "novas retóricas" (PLANTIN, 2007) (aspas nossas). Na Europa, os estudos da argumentação desenvolvem-se nos anos posteriores a Segunda Guerra Mundial (PLANTIN, 2008).

Para Plantin (2008), o renascimento dos estudos da argumentação em plena Guerra Fria tem algo a ver com a busca pela construção de um discurso democrático racional como rejeição aos discursos totalitários nazistas e stalinistas. "A construção de um pensamento autônomo da argumentação nos anos de 1950 foi, sem sombra de dúvida, profundamente estimulada pela vontade de encontrar uma noção de 'discurso sensato', por oposição aos discursos fanáticos dos totalitarismos" (PLANTIN, 2008, p. 8) (aspas do autor).

Desde então, diversas tendências sobre o estudo da argumentação têm sido desenvolvidas. Dentre outras, duas perspectivas podem ser destacadas: a de Toulmin com a publicação *The use of Argument* e a de Perelman e Olbrechts-Tyteca com a publicação *La nouvelle rhétorique: traité de L'argumentation*, ambas divulgadas na década de 1950. Para Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005, p. 4), por exemplo, a argumentação é definida como o "estudo das técnicas discursivas que permitem provocar ou aumentar a adesão dos espíritos às teses que se lhes apresentam ao assentimento".

Contudo, estas teorias da argumentação propostas nos anos 50 não tiveram boa acolhida na França naquele momento (PLANTIN, 2007).

A partir dos anos 70, o período ideológico francês é sucedido por um momento lógico-linguístico e as teorias da argumentação foram elaboradas principalmente pelos estudos de Ducrot (1972), Anscombre e Ducrot (1983) e Grize (1976) (PLANTIN, 2008). Na semântica argumentativa de Ducrot, por exemplo, a argumentação é definida como um ato linguístico, um elemento estruturante do discurso (RIBEIRO, 2009).

Assim, a argumentação insere-se não mais no campo do discurso político ou como prática crítica, mas no campo do estruturalismo, da lógica linguística e do cognitivismo, considerando que a "argumentação não é um método de regulação racional das diferenças de interesses, de apreciação; ela está na língua, e não na fala em circulação" (PLANTIN, 2008, p. 22).

Nesse contexto, a argumentação é reconstruída em um plano exclusivamente linguístico e a interação social por intermédio da língua caracterizou-se, fundamentalmente, pela argumentatividade, ou seja, "o ato de argumentar, isto é, de orientar o discurso no sentido de determinadas conclusões, constitui o ato linguístico fundamental, pois todo e qualquer discurso subjaz a uma ideologia, na acepção mais ampla do termo" (KOCH, 2006, p. 17).

Seguindo Plantin (2008), a partir dos anos 80, uma tendência dialogal da argumentação passou a ser profundamente influenciada pelas pesquisas sobre linguagem em contexto, conversação e diálogo natural. Nesse sentido, se propõe a repensar a argumentação em um quadro ampliado, "no qual a enunciação está situada contra o pano de fundo do

diálogo" (PLANTIN, 2008, p. 63). Dentre os primeiros estudos dessa tendência, podemos citar a obra *La Nouvelle Dialectique* (1996) de Van Eemeren e Grootendorst (PLANTIN, 2008). Para Van Eemeren *et al*. (1996, p. 5), "a argumentação é uma atividade verbal e social que tem por objetivo reforçar ou enfraquecer a aceitabilidade de um ponto de vista controverso (...), alegando uma constelação de proposições destinadas a justificar (ou a refutar) esse ponto de vista (...)".

A condição de emergência da argumentação são as questões controversas (VAN EEMEREN *et al*., 1996), as perspectivas contrárias (LEITÃO, 2000), a discutibilidade dos temas (CHIARO e LEITÃO, 2005).

É nessa tendência dialogal que a argumentação tem sido proposta como recurso privilegiado no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Leitão (2000), a contribuição da argumentação para o processo de ensino-aprendizagem se dá à medida que o confronto entre a posição defendida pelo proponente de um argumento; e os pontos de vista alternativos levantados por um oponente implicam o primeiro a examinar sua posição considerando as perspectivas contrárias trazidas pelo segundo. Nesse sentido, "o confronto com a oposição – real ou potencial –, conjugado à necessidade dialógica de a ela responder, 'abre' o ponto de vista do argumentador à revisão" e nesta dinâmica, mudanças de pontos de vista podem ocorrer (LEITÃO, 2007, p. 82). Embora o engajamento do indivíduo no processo de revisão de pontos de vista não garanta mudança de ponto de vista, é condição básica para que esta mudança possa acontecer (LEITÃO, 2000).

Nessa perspectiva, Leitão (2000) confere à argumentação cinco dimensões: a verbal, visto que se constitui no discurso; a dialógica, considerando sua constituição social; a dialética pela existência de perspectivas contrárias; a situada, que se refere à influência de suas condições de produção; e a epistêmica, que remete ao seu potencial transformador através do confronto de posições opostas que possibilita a emergência do novo.

Em seu conjunto, essas dimensões da argumentação (LEITÃO, 2000) a institui como "um ato social de mediação de ideias, de partilha e construção de conhecimento", visto que, "a interação de ideias conflitantes possibilita a elaboração de conhecimentos num patamar mais elevado" (TEIXEIRA, 2009, p. 58).

No processo ensino-aprendizagem de Ciências, a argumentação também tem sido proposta tanto para a construção do conhecimento científico (TEIXEIRA, 2007; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e ERDURAN, 2007) como para o desenvolvimento de habilidades inerentes à Ciência (DRIVER *et al*., 2000; DUSCHL e ORBORNE, 2002; GARCIA-MILA e ANDERSEN, 2007), ao considerar que avaliação de alternativas, consideração de evidências,

interpretação de textos e validação das informações científicas são vistas como componentes essenciais na construção de argumentos científicos, os quais são fundamentais para a evolução da Ciência (LATOUR e WOOLGAR, 1986).

As contribuições potenciais da argumentação no ensino de Ciências são: desenvolvimento de processos cognitivos e metacognitivos; desenvolvimento de competências comunicativas e pensamento crítico; desenvolvimento do letramento científico propiciando a apropriação da linguagem científica; possibilidade de enculturação nas práticas científicas; e o desenvolvimento de raciocínio, principalmente, na escolha de teorias ou posicionamentos baseados em critérios racionais (JIMÉNEZ ALEIXANDRE e ERDURAN, 2007). Todavia, estes autores reconhecem que essas dimensões requerem um conjunto coordenado, complexo e sistemático de iniciativas pedagógicas, curriculares e avaliativas.

Portanto, a proposição de situações argumentativas no ensino de Ciências move-se com base em dois pressupostos interrelacionados: como uma das habilidades do fazer ciência (DRIVER *et al*., 2000); e como estratégia para aprender o conhecimento científico (JIMÉNEZ ALEIXANDRE e ERDURAN, 2007; TEIXEIRA, 2009).

Nesse contexto, é notório um número crescente de estudos sobre a argumentação no ensino de Ciências. Para levantarmos um panorama desses estudos analisamos alguns trabalhos presentes na literatura. O critério de inclusão dos artigos para análise considerou a menção das palavras argumentação, argumentatividade, argumento e/ou argumentativo em seus respectivos títulos. Nesse sentido, analisamos 43 artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais no período de 2001 a 2011, bem como nas edições de 2005, 2007 e 2009 do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), dado que este é um evento de grande relevância para a área de ensino de Ciências classificado com Qualis A.

Os cinco periódicos nacionais da área de Ensino de Ciências selecionados para compor este levantamento são avaliados pelo sistema Qualis e considerados representativos para os pesquisadores da área, quais sejam: Revista Brasileira de Educação em Ciências, Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Química Nova, Investigações em ensino de ciências e Ciência & Educação. Os artigos publicados em periódicos internacionais foram analisados considerando a acessibilidade gratuita desses artigos *on line*. Quanto aos artigos publicados no ENPEC, optamos por considerar os anais disponíveis das edições de 2005, 2007 e 2009, tendo em vista a demanda de trabalhos publicados neste evento.

Na tabela 02 mostramos os periódicos nacionais e internacionais considerados e as edições do ENPEC contempladas, bem como o número de artigos analisados em cada um deles.

Tabela 02: Artigos sobre a argumentação no ensino de Ciências

Periódicos nacionais	**Número de artigos analisados**
Revista Brasileira de Educação em Ciências	03
Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências	04
Revista Química Nova	01
Investigações em ensino de ciências	03
Ciência & Educação	02
Periódicos internacionais	**Número de artigos analisados**
Journal of Research in Science Teaching	02
Enseñanza de las Ciencias	01
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	03
School Science Review	02
ENPEC	**Número de artigos analisados**
V (2005)	02
VI (2007)	05
VII (2009)	15

Considerando todos os artigos analisados, constatamos que eles estão relacionados aos seguintes objetos de estudo: levantamento bibliográfico – estudos que apresentam levantamento bibliográfico de pesquisas sobre a argumentação no ensino de Ciências; proposição de atividades didáticas – estudos que investigam estratégias didáticas visando à instauração da argumentação no ensino de Ciências; elaboração de argumentos de estudantes – estudos que têm o foco voltado à elaboração e avaliação da qualidade dos argumentos dos estudantes; formação de professores – estudos que investigam a instauração e o gerenciamento de professores de Ciências em situações argumentativas; argumentação em material didático – estudos que analisam a presença da argumentação em material didático; e avaliação de ferramentas analíticas – estudos que investigam possibilidades e limites da aplicabilidade de modelos propostos para avaliar os argumentos.

Sobre os estudos que têm como objeto de investigação o levantamento bibliográfico de pesquisas sobre a argumentação no ensino de Ciências, dois foram analisados: um relacionado ao mapeamento da produção internacional e outro, ao mapeamento da produção nacional.

O levantamento bibliográfico das pesquisas sobre a argumentação no ensino de Ciências na produção internacional indica um aumento significativo destas pesquisas no final da década de 90 e um número maior de estudos com foco no ensino de Biologia quando comparados ao ensino de Física e ao ensino de Química (BOZZO e MOTOKANE, 2009).

Quanto à produção nacional, os estudos indicam que as pesquisas sobre a argumentação no ensino de Ciências foram mais recorrentes na área de ensino de Física e tiveram a formação de professores e o desenvolvimento de estratégias promotoras da argumentação como focos privilegiados (SÁ e QUEIROZ, 2011). Em seu conjunto, estes

estudos dão indícios da escassez de estudos sobre a argumentação no ensino de Química e da necessidade de investigações sobre novas questões sobre a argumentação no ensino de Ciências.

Nos estudos que investigam a proposição de atividades didáticas geradoras da argumentação no ensino de Ciências, identificamos a proposição de diferentes atividades: a proposição de questões abertas e atividades experimentais que contradizem expectativas dos estudantes (SHAKESPEARE, 2003); atividades que forneçam evidências às discussões, argumentações e tomada de decisão dos estudantes (SIMON e MALONEY, 2007); atividades de debates sobre questões científicas (CAPECCHI *et al*., 2002) ou sobre questões sociocientíficas (SANTOS *et al*., 2001) e atividades de estudo de caso (SÁ e QUEIROZ, 2007a; VELLOSO *et al*., 2009; BRITO e SÁ, 2010). Adicionalmente, estudos verificam se determinadas atividades promovem a argumentação (BIASOTO e CARVALHO, 2007) e buscam compreender como atividades geradoras da argumentação têm sido desenvolvidas em aulas de Ciências (WINCH e TERRAZZAN, 2007).

Considerando os estudos que têm como foco a elaboração de argumentos de estudantes, constatamos que estes investigam, por exemplo, a influência de dados empíricos nos argumentos elaborados pelos estudantes (VILLANI e NASCIMENTO, 2003), o uso de conhecimento científico pelos estudantes na elaboração de argumentos (AUFSCHNAITER *et al*., 2008; TEIXEIRA *et al*., 2007; SUART e MARCONDES, 2009; TAVARES *et al*., 2009; DELL ASEM e TRIVELATO, 2009; SILVA *et al*., 2009; CHARRET e CONCEIÇÃO, 2009; OLIVEIRA *et al*., 2009; SASSERON e CARVALHO, 2011b) e argumentos elaborados pelos estudantes quando discutem temas ambientais (CAMPANER e DE LONGHI, 2007; SÁ *et al*., 2009) e temas sociocientíficos (PEREIRA e TRIVELATO, 2009; BORTOLETTO e CARVALHO, 2009; PEREZ *et al*., 2011). Estes estudos apontam para uma preocupação recorrente em organizar as aulas visando desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes.

Quanto aos estudos que investigam o uso da argumentação na formação de professores, constatamos que eles são conduzidos tanto na formação inicial (MUNFORD *et al*., 2005; NASCIMENTO *et al*., 2008; VIEIRA e NASCIMENTO, 2009; VALLE e MOTOKANE, 2009; TEIXEIRA *et al*., 2010) quanto com professores em exercício (OSBORNE *et al*., 2004; TEIXEIRA, 2005; TEIXEIRA, 2007; SÁ e QUEIROZ, 2007b; VIEIRA e NASCIMENTO, 2007; MAZANO e FAHT, 2009). Alguns desses estudos indicam que os processos formativos que envolvam o professor no desenvolvimento de materiais e de estratégias geradoras do discurso argumentativo implicam um bom desempenho dele na

instauração da argumentação em suas salas de aula e uma melhor qualidade dos argumentos elaborados pelos estudantes (OSBORNE *et al*., 2004).

Sobre os estudos que analisam a presença da argumentação em material didático apenas um foi identificado (SILVA e MARTINS, 2009). Os resultados desse estudo indicam a predominância de um enfoque dogmático aliado a descrições, definições e aplicações com pequena presença de explicações e argumentações na sequência didática analisada de um livro de química (SILVA e MARTINS, 2009).

Analisando estudos sobre avaliação de ferramentas analíticas do discurso argumentativo (NASCIMENTO e VIEIRA, 2008; NASCIMENTO *et al*., 2008; MENDONÇA e JUSTI, 2009; MENDONÇA *et al*., 2009; SANSSERON e CARVALHO, 2011a), constatamos que, em sua maioria, eles têm foco voltado ao Padrão Analítico de Toulmin (TAP). Os estudos que têm como objeto de investigação a aplicabilidade do TAP indicam que é uma ferramenta que permite uma série de possibilidades analíticas, como, por exemplo, maior clareza acerca dos argumentos e de seus componentes (CAPECCHI e CARVALHO, 2002), bem como da relação que os componentes mantêm entre si (NASCIMENTO e VIEIRA, 2008b; NASCIMENTO *et al*., 2008).

Tomando por base o panorama dos estudos analisados, o TAP tem sido influente, estando presente em diversos artigos (CAPECCHI *et al*., 2002; VILLANI e NASCIMENTO, 2003; OSBORNE *et al*., 2004; SÁ e QUEIROZ, 2007; TEIXEIRA *et al*., 2007; AUFSCHNAITER *et al*., 2008; NASCIMENTO e VIEIRA, 2008a; TAVARES *et al*., 2009; VALLE e MOTOKANE, 2009; SUART e MARCONDES, 2009; DELL ASEM e TRIVELATO, 2009; SILVA *et al*., 2009; SÁ *et al*., 2009; VELLOSO *et al*., 2009; PEREIRA e TRIVELATO, 2009; BRITO e SÁ, 2010; TEIXEIRA *et al*., 2010; PEREZ *et al*., 2011; SASSERON e CARVALHO, 2011b).

A presença recorrente do TAP em estudos sobre argumentação parece ter relação com sua proposta de cisão com a lógica formal e com a oferta de um modelo básico e flexível (LIAKOPOULOS, 2004).

Toulmin (2006) distinguiu a argumentação formal da argumentação informal apontando que na lógica formal os elementos da argumentação são basicamente as premissas e a conclusão e na lógica informal, os elementos constituintes se ampliam, pois a justificação torna-se uma operação necessária. A argumentação para Toulmin (2006) é uma defesa de ideias não deduzidas necessariamente das premissas, pois as conclusões não são necessariamente implicadas por elas. Desse modo, ele propõe uma analogia entre um argumento e um organismo e caracteriza a ambos como tendo uma estrutura anatômica e

fisiológica. A estrutura anatômica pode ser representada por uma forma esquemática sendo a base para avaliar a solidez da estrutura do argumento. Nesse caso, "o mérito do argumento é julgado com fundamento na função de suas partes inter-relacionadas (...)" (LIAKOPOULOS, 2004, p. 220).

Para Toulmin (2006), existem dois tipos básicos de discurso argumentativo. A argumentação simples que é composta de ponto de vista (*claim*), dados (*data*) e garantias (*warrant*) e a argumentação complexa que inclui a justificação da justificativa (*baking*), a modalização (*qualifier*) e a contra-argumentação (*rebuttal*) (TOULMIN, 2006).

Segundo este modelo, os dados são usados para legitimar as conclusões com referência explícita aos fatos e as garantias ou justificativas são usadas para legitimar o processo que vai dos dados a conclusão. Porém, às vezes torna-se necessário fazer referência específica à força do processo que vai dos dados à conclusão com o uso de um qualificador. O processo que vai da garantia à conclusão, por sua vez, pode ser condicional, ou seja, pode estar sob certas condições e, as afirmações condicionais constituem as refutações. Em argumentos mais complexos torna-se necessário explicar por que a garantia usada tem poder e, assim, necessita-se de um apoio, ou seja, de uma afirmação categórica, uma premissa universal, como, por exemplo, leis ou teorias científicas (LIAKOPOULOS, 2004).

Contudo, devido à generalidade do TAP, as proposições de Toulmin (2006) são questionadas por outros estudiosos da argumentação. Dentre as críticas mais comuns estão: a simplicidade da estrutura para análise de argumentos mais complexos que ocorrem no mundo concreto e a falta de clareza na definição das partes estruturais do argumento (LIAKOPOULOS, 2004).

Adicionalmente, algumas das limitações dessa estrutura são apontadas quando da sua aplicação em situações de sala de aula. Nessa direção, as críticas ao TAP estão relacionadas à desconsideração do contexto em que os argumentos são construídos, a falta de julgamento da precisão dos argumentos, a não contemplação do caráter coletivo da construção do conhecimento científico (DRIVER e NEWTON, 1997), a priorização de elementos de sustentação do ponto de vista em detrimento de processos de negociação entre pós e contras, processos estes característicos da argumentação (LEITÃO, 2007), e ao fato de não levar em conta questões contextuais e a assimetria entre locutores (NASCIMENTO *et al*., 2008). Todavia, ressaltamos que Toulmin na elaboração do TAP estava preocupado com a validade da estrutura lógica interna de argumentos, e nesse sentido, algumas das limitações citadas podem ser resultados da aplicação do modelo fora do campo para o qual foi concebido (NASCIMENTO e VIEIRA, 2008).

Buscando superar estas lacunas, alguns estudos sobre a argumentação no ensino de Ciências propõem adequações ao TAP (DRIVER e NEWTON, 1997; JIMENEZ ALEIXANDRE *et al.*, 1998). Driver e Newton (1997) propõem, considerando o conhecimento científico como produto de construção coletiva, uma ampliação do TAP a partir das seguintes categorias de análise: afirmação isolada sem justificativa, afirmações competindo sem justificativas, afirmação isolada com justificativa, afirmações competindo com justificativas, afirmações competindo com justificativas e qualificações, afirmações competindo com justificativas respondendo por refutação, e fazer julgamento integrando diferentes argumentos. Para esses autores, os argumentos são avaliados segundo o nível de complexidade relativo às categorias propostas.

Jimenez Aleixandre *et al.* (1998) propõem uma ampliação do componente Dado do TAP e criam duas subcategorias analíticas: o dado fornecido que corresponde ao dado fornecido pelo professor, livro didático, texto, roteiro de experimento, etc., e o dado obtido que pode ser um dado empírico procedente de uma atividade experimental ou um dado hipotético.

Entretanto, apesar de muitas investigações evidenciarem que o discurso argumentativo é relevante para o aprendizado de conhecimentos científicos (VILLANI e NASCIMENTO, 2003; AUFSCHNAITER *et al*., 2008) e descreverem intervenções pedagógicas que aumentam a chance de emergir discurso argumentativo (NEWTON *et al*., 1999; OSBORNE, *et al*., 2001; SANTOS *et al*., 2001; SHAKESPEARE, 2003; MORK, 2005; SIMON e MALONEY, 2007; TEIXEIRA, 2007), outros estudos indicam que comumente não existe discurso argumentativo em sala de aula de Ciências (DRIVER *et al*., 2000; MORK, 2005; SADLER, 2006) e que as aulas de Ciências são predominantemente dirigidas pelo professor e poucas são as oportunidades dadas aos estudantes nas discussões (NEWTON *et al*., 1999; OSBORNE, 2007). Um fato preocupante, dado que a argumentação possibilita a emergência de um espaço dialógico necessário ao processo de reconstrução de significados para os conceitos científicos.

Mas, por que é raro discurso argumentativo em sala de aula de Ciências? Quais são as possibilidades e as dificuldades para a instauração desse tipo de discurso?

Buscando respostas para esses questionamentos e considerando que cabe ao professor criar condições para processos de reconstrução de significados de conceitos científicos em sua sala de aula, conduzimos esta investigação norteada pela seguinte questão de pesquisa: como professores de química constroem seus discursos quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS?

Mais especificamente, queríamos compreender: quais os elementos que determinam esses discursos? Quais estratégias discursivas foram estabelecidas pelos professores em função desses elementos? O discurso argumentativo é instaurado? Se sim, de que modo é instaurado? Se não, quais as limitações?

Nessa direção, tivemos como objetivo geral: investigar como professores de química constroem seus discursos quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS.

Nosso intuito foi o de identificarmos, a partir das construções discursivas de professores de química, indicadores de possibilidades e limitações da emergência do discurso argumentativo em suas salas de aula e delinearmos possíveis implicações dessas construções para o processo de reconstrução de significados de conceitos científicos e, por conseguinte, para a vivência de uma abordagem CTS em suas salas de aula.

Portanto, dentro do campo de pesquisa delineado – o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos da Termoquímica na vivência de uma abordagem CTS –, e com o olhar voltado para as interações verbais constitutivas desse processo em sua relação com a argumentação, delimitamos como objeto de estudo desta investigação: construções discursivas de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica segundo abordagem CTS.

Todavia, visando investigar construções discursivas de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS, o TAP não ofereceu subsídios para nosso empreendimento, dado que é um modelo de análise do discurso argumentativo que não contempla questões contextuais (DRIVER e NEWTON, 1997; NASCIMENTO *et al*., 2008) nem a assimetria característica da sala de aula entre professor e estudantes (NASCIMENTO *et. al*., 2008).

Para ancorar nossas reflexões sobre tais questões, tomamos por base pressupostos da Análise Semiolinguística do Discurso (ASD) de Patrick Charaudeau, os quais tentam compreender a argumentação no interior de uma formulação geral de Análise do Discurso (MENEZES, 2001).

Segundo Charaudeau (2008), a argumentação é um modo de organização do discurso determinada por procedimentos mobilizados em uma situação de comunicação. Argumentar "não se limita ao uso de certos instrumentos linguísticos, mas envolve, sobretudo, um processo de construção discursiva de enunciados em função de uma situação específica de comunicação" (LYSARDO-DIAS, 2002, p. 323). É a situação de comunicação que define a configuração argumentativa do discurso (CHARAUDEAU, 2008a).

Nessa direção, os pressupostos da ASD permitem-nos caracterizar o discurso como argumentativo em função dos processos enunciativos que emergem de uma situação de comunicação determinada, embora seja uma proposição teórico-metodológica que foge ao esquema tradicional das pesquisas sobre argumentação no ensino de Ciências (FIRME e TEIXEIRA, 2011).

Adicionalmente, trata-se de uma perspectiva de análise discursiva que tem forte influência de pressupostos teóricos bakhtinianos assumidos nesta investigação. Por exemplo: o conceito de contrato de comunicação formulado por Charaudeau corrobora Bakhtin ao considerar que os discursos estão intrinsecamente relacionados à situação social em que surgem.

A opção pela ASD também considerou que ela é uma proposição teórica e metodológica de Análise de Discurso que oferece um instrumental analítico bastante operacional, como mostrado no capítulo a seguir.

CAPÍTULO 3 - Fundamentos teórico-metodológicos da Semiolinguística: estruturando um quadro analítico

---

A maneira pela qual abordamos o discurso insere-se numa problemática geral que procura ***relacionar os fatos de linguagem a alguns outros fenômenos psicológicos e sociais****. Nesta perspectiva, o que se pretende é tratar do fenômeno da construção psico-socio-linguageira do sentido, a qual se realiza através da intervenção de um sujeito, (...).*

Charaudeau, 2005, p. 11. (Grifos nossos).

Neste capítulo fundamentamos teórico-metodologicamente o quadro analítico empreendido nesta investigação. Tendo como objeto de estudo as construções discursivas de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS, é relevante esclarecermos, dentre outros aspectos, o que estamos considerando como discurso para, em seguida, descrevermos o quadro proposto para analisá-lo. Para tanto, ancoramos nossas reflexões no âmbito da Análise Semiolinguística do Discurso proposta por Patrick Charaudeau.

3.1 **Introdução**

A Análise do Discurso (AD) é, no interior das ciências da linguagem, uma disciplina que tem como objetivo "analisar a linguagem em ação, os efeitos produzidos por meio de seu uso, o sentido social construído e que testemunha a maneira pela qual os grupos sociais instauram seus intercâmbios no interior de sua própria comunidade (...)" (CARNEIRO, 1996, p. 3).

De acordo com Pauliukonis e Monnerart (2008), não é fácil traçar uma história linear da AD por não ter ela um ato fundador, como a Linguística, por exemplo, com o lançamento do Curso Geral de Linguística de Saussure. Ainda segundo as autoras, como disciplina, a AD é resultado da convergência de uma série de correntes renovadoras e de práticas de estudos de textos filiadas a Retórica, a Filologia e a Estilística.

O termo discurso foi primeiramente usado por Harris (1952) ao estender a observação para a importância das análises transfráticas, aquelas que consideram o contexto como

entorno verbal e o texto, uma sequência ou combinação de frases (FÁVERO e KOCH, 1988) e, a partir dos anos 60, várias teorias de estudos do texto e do discurso surgiram e delinearam conceitos básicos desenvolvidos pelo que se entende hoje como AD (PAULIUKONIS e MONNERART, 2008). Ainda segundo Pauliukonis e Monnerart (2008), nos anos 80, com a morte de Pêcheux, outras tendências francesas de AD surgiram, e dentre elas, a Teoria Semiolinguística de Patrick Charaudeau, segundo a qual "o sentido é resultante de operações discursivas de sujeitos de discurso, a partir de uma situação bem determinada e regulada por um contrato comunicativo" (PAULIUKONIS e MONNERART, 2008, p. 49-50).

Para Charaudeau (1996), a Linguística *stricto sensu* que estuda o sistema da língua representaria um "núcleo hard" em cuja "periferia light" se situaria a Análise do Discurso. Dessa forma, uma AD quanto mais próxima da Linguística mais nuclear se torna e, quanto mais se aproxima da periferia, mais se relaciona com as Ciências Humanas.

A Teoria Semiolinguística de Patrick Charaudeau se situa num meio termo equidistante dos dois extremos, interagindo tanto com linguísticas quanto com a literatura, a sociologia, a psicologia, entre outros. Parte assim de um duplo desejo: "colocar em destaque as funções dos diferentes sujeitos nos atos de linguagem (...) e, ao mesmo tempo, manter uma AD que tenha uma base linguística, não a afastando de uma ciência que dará força e credibilidade às interpretações (...) que ela poderá propiciar" (MACHADO, 2008, p. 180-181).

Adotamos a Teoria Semiolinguística para analisar construções discursivas de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS, entendendo essas construções como resultantes de operações discursivas que são estabelecidas em função de uma situação de comunicação específica: o processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

3.2 **A Teoria Semiolinguística**

A Teoria Semiolinguística foi criada pelo linguista francês Patrick Charaudeau, divulgada a partir de 1983, no livro *Langages et Discours* e propõe uma análise discursiva que vê a linguagem como veículo social de comunicação (MACHADO, 2008).

A Semiolinguística é antropofágica, pois reúne saberes e estratégias vindas da Psicologia Social, da Antropologia, da História e da Etnologia, e está amparada por uma sólida base linguística que lhe fornece um instrumental teórico bem estruturado e aplicável à

análise de diferentes *corpora*, desde que estes sejam vistos como integrantes de discursos produzidos em uma situação de comunicação (CHARAUDEAU, 1996).

A Análise Semiolinguística do Discurso (ASL) é semiótica porque "o objeto de que se ocupa só existe dentro de uma intertextualidade dependente dos sujeitos da linguagem, em que se procura identificar possíveis significantes" não se limitando ao valor semântico das formas linguísticas, e é linguística porque considera que o ponto de partida para interpretarmos o que lemos ou o que ouvimos é a descodificação dos seus signos verbais, ou seja, "porque o instrumento por meio do qual questiona esse objeto se constrói após um trabalho de conceitualização estrutural dos fatos discursivos" (CHARAUDEAU, 1983, p. 14).

A Teoria Semiolinguística se pauta em alguns pressupostos de autores precursores dos estudos da enunciação, dentre eles, Benveniste e Bakhtin. Benveniste (1989) diferencia o emprego das formas e o emprego da língua na medida em que considera o primeiro como algo regido por um conjunto de regras que fixam as condições sintáticas nas quais as formas podem ou devem normalmente aparecer, e o segundo como um mecanismo mais amplo, cujo funcionamento afeta a língua como um todo. Nessa direção, a língua é vista sob a ótica do uso efetivo por sujeitos que, ao enunciarem, imprimem sua subjetividade nos enunciados. Para Benveniste, a enunciação é concebida como "colocação da língua em funcionamento por um ato individual de utilização" (FLORES *et al*., 2009, p. 102).

Bakhtin (2006), assim como fez Benveniste com relação ao emprego das formas, desenvolve uma concepção de linguagem a partir de críticas aos estudos linguísticos pautados no subjetivismo idealista e no objetivismo abstrato. Nesse sentido, como já mencionamos no capítulo anterior, critica o objetivismo abstrato por separar a língua (social) da fala (individual) priorizando os elementos constituídos pelas formas normativas da língua e critica o subjetivismo idealista por considerar o fenômeno linguístico como um ato significativo de criação individual. Para Bakhtin (2006), na origem do desenvolvimento do indivíduo, a ideologia (valores sociais) é internalizada construindo sua consciência individual, e o indivíduo em contrapartida, atua nos sistemas sociais com suas marcas ideológicas individuais que são originalmente sociais. Dessa forma, tudo que o sujeito diz advém de um estoque de signos constituído pelas relações sociais ideologicamente determinadas, pelos modos de produção e pela organização da sociedade em classes que dialogam sempre em oposição umas às outras (MENDES, 2006).

Portanto, a Semiolinguística propõe um relativo assujeitamento do indivíduo pelos discursos pré-existentes. Para Charaudeau (2004), a sociedade estrutura institucionalmente a prática social em grandes setores de atividades que o homem organiza em espaços de

palavras. Dessa forma, diversos domínios sociais podem ser identificados, como, por exemplo, o domínio político, religioso, educativo, etc. Consequentemente, os discursos produzidos nesses domínios encontram-se regulados, visto que "não há produção de texto que não se encontra mais ou menos refém das determinações impostas pelo domínio social onde ela se processa" (SOUZA, 2003, p, 65).

O domínio educativo, por exemplo, determina as formas de comunicação dos textos produzidos no espaço escolar (diários de classe, manuais de ensino, configuração discursiva da aula, etc.), as formas das atividades linguageiras estabelecidas (explicar, perguntar, controlar a aprendizagem, avaliar, narrar, corrigir, argumentar, etc.) e os papéis assumidos por seus integrantes: o professor com o de ensinar e os estudantes com o de aprender (SOUZA, 2003).

A Semiolinguística considera uma ancoragem social para toda atividade discursiva:

> (...) a exterioridade social, longe de ser apenas um componente, é concebida como um elemento intrínseco à atividade linguageira devido ao inter-condicionamento entre situações recorrentes e comportamentos linguageiros. Tais comportamentos são condicionados por práticas sociais pré-definidas que não poderiam ser caracterizadas como normas nem como regras, mas como *regularidades sócio-comunicativas* (LISARDO-DIAS, 1998, p. 18) (grifos da autora).

Contudo, a Semiolinguística não nega a importância da subjetividade que o sujeito imprime em seu discurso. Para Charaudeau (2009) existe uma margem de manobras que se abre como um conjunto de possibilidades que o sujeito possui diante da construção dos atos de linguagem.

Portanto, nenhuma atividade discursiva está previamente determinada:

> Se é verdade que o sujeito falante está sempre sobredeterminado pelo contrato de comunicação que caracteriza cada situação de troca (condições de socialidade do ato de linguagem e da construção de sentido), é apenas em parte que está determinado, pois dispõe de uma margem de manobra que lhe permite realizar seu projeto de fala pessoal, ou seja, que lhe permite manifestar um *ato de individuação*: na realização do ato de linguagem, pode escolher os modos de expressão que correspondam a seu próprio projeto de fala (CHARAUDEAU, 2009, p. 71) (grifos nossos).

Nessa perspectiva, a Semiolinguística avança quando considera a forte influência da situação específica de comunicação em que se encontram os sujeitos e o referente da

enunciação. Para Charaudeau, os sujeitos envolvidos nas trocas comunicativas compartilham um espaço de restrições impostas por cada situação de comunicação e um espaço de liberdade pelo qual podem lançar mão de estratégias de individuação (MENDES, 2006). Nessa direção, o **discurso** "resulta da combinação das circunstâncias em que se fala ou escreve (...) com a maneira pela qual se fala. É, pois, a imbricação das condições extradiscursivas e das realizações interdiscursivas que produz sentido" (CHARAUDEAU, 2009, p. 40).

3.2.1 **Categorias centrais da Semiolinguística**

Neste momento, buscamos apresentar algumas categorias centrais da Teoria Semiolinguística, dentre outras, ato de linguagem, contrato de comunicação, situação de comunicação e modos de organização do discurso. Tais categorias constituíram a base para a elaboração do quadro analítico empreendido nesta investigação.

3.2.1.1 Ato de linguagem

Para compreendermos melhor esta categoria partiremos do pressuposto de que Charaudeau substituiu o termo enunciado, produto da enunciação, pelo sintagma ato de linguagem (PAULIUKONIS e MONNERART, 2008). O ato de linguagem é o mapeamento de uma prática de linguagem situada espaço-temporalmente, numa dimensão enunciativa fruto da combinação do dizer, instância discursiva da qual participam os seres da palavra (protagonistas) e do fazer, instância situacional em que se determinam as restrições psicossociais dos sujeitos históricos (parceiros) (CHARAUDEAU, 2001).

Em outras palavras, o dizer implica estratégias discursivas que consideram as restrições do fazer. Dessa forma:

> Os sujeitos inseridos no **ato de linguagem** se dispõem a aceitar as condições impostas pela situação a que estão submetidos, bem como a criar personagens (seres de palavra) que possam encenar determinados papéis exigidos para cada fenômeno linguageiro (MENDES, 2006, p. 59) (grifos nossos).

Charaudeau (2008a) propõe aos sujeitos responsáveis pela produção e interpretação do ato de linguagem um duplo espaço de significação: um espaço do fazer (externo) e um espaço do dizer (interno). O espaço do fazer de natureza psicossocial estabelece uma relação

contratual entre sujeitos históricos, denominados parceiros. Nesse espaço estão seres sociais caracterizados por um sujeito comunicante (EUc) e um sujeito interpretante (TUi). Estes sujeitos empíricos interagem orientados pelo conhecimento das características típicas do contrato de comunicação que eles estão encenando e pelas circunstâncias materiais envolvidas (NOGUEIRA, 2004). Adicionalmente, o sujeito interpretante (TUi) não é um simples receptor da mensagem, dado que é responsável por um processo de interpretação podendo, coincidir ou não com o sujeito destinatário (TUd) projetado pelo sujeito comunicante (EUc) (CHARAUDEAU, 2008a).

O espaço do dizer é compreendido como projeção linguístico-discursiva do projeto de comunicação idealizado no espaço externo e implica o desdobramento dos parceiros denominados protagonistas: sujeito enunciador (EUe) e um sujeito destinatário (TUd) (CHARAUDEAU, 2008a).

Seguindo Charaudeau (2008a), o ato de linguagem se inicia quando o sujeito comunicante motivado por seu projeto de comunicação seleciona e estabelece estratégias discursivas, convertendo-se em sujeito enunciador e instituindo o outro como sujeito destinatário, seres do dizer, conforme apresentamos a seguir (Figura 04).

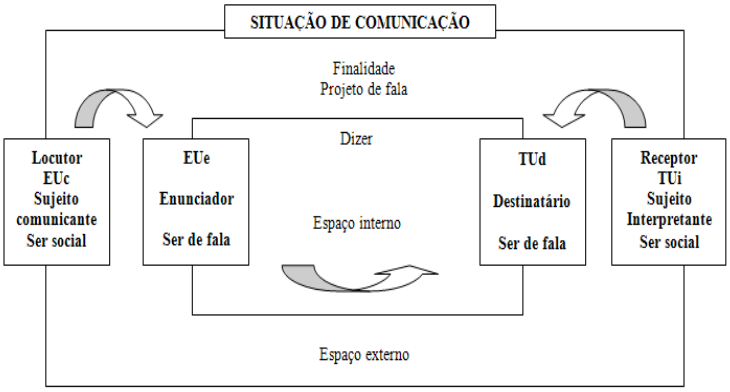

Figura 04: Representação do ato de linguagem.
Fonte: Charaudeau, 2008a, p. 52.

3.2.1.2 Contrato de comunicação e situação de comunicação

O termo contrato de comunicação é empregado pelos semioticistas, psicossociológicos da linguagem e analistas do discurso para designar o que faz com que um ato de linguagem seja válido do ponto de vista do sentido, ou seja, "é a condição para os parceiros de um ato de linguagem se compreenderem minimamente e poderem interagir, *co-construindo o sentido*,

que é a meta de qualquer ato de comunicação" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 130) (grifos dos autores).

O contrato de comunicação pressupõe que os indivíduos pertencentes a um mesmo corpo de práticas sociais sejam susceptíveis de um acordo sobre as representações linguageiras dessas práticas sociais (CHARAUDEAU, 2004). É condição específica da situação de comunicação na qual surge o discurso (FLORES *et al*., 2009).

Seguindo Charaudeau (1992, p. 634-635), entendemos por situação de comunicação o "meio extralinguístico ao qual estão ligados os indivíduos de uma comunidade social quando interagem pela linguagem", que instituindo restrições determina, em parte, a expectativa da troca linguageira.

São as chamadas restrições situacionais do ato de comunicação, aquelas que decorrem da situação de comunicação, têm como função construir o discurso e estão relacionadas às condições de enunciação da produção linguageira (CHARAUDEAU, 2004), quais sejam:

- ✓ As identidades psicossociais dos parceiros - definidas em termos de sua natureza social e psicológica, "por uma convergência de traços personológicos de idade, sexo, etnia, etc., de traços que sinalizam o *status* social, econômico e cultural e que indicam a natureza ou estado afetivo dos parceiros" (CHARAUDEAU, 2009, p. 69). Por exemplo, em uma situação de comunicação da sala de aula, os parceiros envolvidos na construção do discurso são o professor e os estudantes, que por sua vez, têm identidades psicossociais reconhecidas e institucionalmente legitimadas: o professor reconhecido como aquele detentor do saber e os estudantes como aqueles em estado de saber lacunar (CHARAUDEAU, 1993).
- ✓ A finalidade do ato de comunicação - que corresponde a uma intencionalidade psico-sócio-discursiva que determina a expectativa do ato de linguagem do sujeito falante e, por conseguinte, da própria troca linguageira (CHARAUDEAU, 2010).

Charaudeau (2004) define a finalidade do ato de comunicação em termos de visadas comunicativas. As visadas são "atitudes enunciativas de base que encontraríamos em um grande *corpus* de atos comunicativos reagrupados em nome de uma orientação pragmática, mas além de sua ancoragem situacional" (CHARAUDEAU, 2004, p. 23).

As visadas comunicativas são definidas por um duplo critério: a intenção pragmática do "eu" em relação com a posição que ele ocupa como enunciador na relação de força que o liga ao "tu" **e** a posição que, da mesma forma, "tu" deve ocupar. Em outros termos, as visadas comunicativas são determinadas por uma intenção pragmática que sofre influência da posição hierárquica dos sujeitos da troca comunicativa (CHARAUDEAU, 2004).

É nesse sentido que Charaudeau (2004) propõe as seguintes visadas comunicativas: visada de prescrição (eu quer mandar fazer e tem autoridade de poder sancionar); visada de incitação (eu quer mandar fazer, mas não tem autoridade para isso); visada de informação (eu quer fazer-saber e está legitimado em sua posição de saber); visada de instrução (eu quer fazer-saber-fazer e se encontra numa posição de autoridade de saber fazer e de legitimação para transmitir o saber); visada de solicitação (eu quer saber e está legitimado em sua demanda); e visada de demonstração (eu quer estabelecer a verdade e mostrar as provas segundo certa posição de autoridade).

Destacamos, seguindo Charaudeau (2004), que uma mesma finalidade comunicativa pode convocar várias visadas, ao passo que uma mesma visada pode aparecer em várias situações de comunicação. Por exemplo, considerando a intenção pragmática e a posição de autoridade institucionalmente legitimada para professores no contexto escolar, algumas das visadas propostas por Charaudeau (2004) podem orientar discursos docentes em uma situação de comunicação de sala de aula, dentre elas: a visada de informação, pois é inerente à atividade docente informar sobre conhecimentos de uma disciplina de referência; a visada da instrução, visto que um dos objetivos do professor é promover o desenvolvimento de determinadas habilidades pelos estudantes; a visada de demonstração, porque concebem os conhecimentos de sua disciplina de referência como verdades; e a visada de prescrição, visto que é característico da atividade docente impor determinadas ações aos estudantes.

- ✓ Os propósitos - concebidos como os referentes do discurso (CHARAUDEAU, 2009).
- ✓ As circunstâncias materiais - entendidas como o conjunto de características do ambiente em que se inscreve o ato de comunicação em termos dos lugares físicos ocupados pelos parceiros da troca e dos meios de transmissão (CHARAUDEAU, 2009).

Em síntese, seguindo Charaudeau (2004; 2009), os parceiros da troca comunicativa se engajam em termos do reconhecimento das restrições situacionais acima mencionadas (identidades psicossociais, finalidades, propósitos e circunstâncias materiais).

De acordo com Mendes (2006), estas restrições são de ordem psicossociocomunicativa e refletem uma tentativa de Charaudeau de articular as reflexões de Benveniste e de Bakhtin inserindo uma dimensão comunicativa referente às diversas situações de comunicação. Nessa direção, Charaudeau traz para o ato de linguagem, uma dimensão social, uma dimensão psíquica e uma dimensão linguística (MENDES, 2006).

As restrições ditas situacionais correspondem ao que Charaudeau (2004) chama de dados externos, ou seja, “aqueles que, no campo de uma prática social determinada, são constituídos pelas regularidades comportamentais dos indivíduos que aí efetuam trocas e pelas

constantes que caracterizam essas trocas e que permanecem estáveis por um determinado período (...)" (CHARAUDEAU, 2009, p. 68). Essas constantes e regularidades são confirmadas pelo jogo de regulação das práticas sociais e pelos discursos de representação que lhes atribuem valor e determinam o quadro de convenções no qual os atos de linguagem fazem sentido (CHARAUDEAU, 2009). Portanto, os dados externos não são essencialmente linguageiros, mas semiotizados, pois correspondem a índices que, retirados do conjunto de comportamentos sociais, apresentam uma convergência, configurando-se como constantes.

Consequentemente, eles constituem um lugar de restrições à produção e à interpretação de enunciados, proporcionando aos sujeitos produtor e interpretante instruções de construção/interpretação de sentido (CHARAUDEAU, 2010).

Para Charaudeau (2004), os dados externos ou restrições situacionais do ato de comunicação (identidades psicossociais, finalidades, propósitos e circunstâncias materiais) têm por finalidade construir o discurso, ou seja, produzir instruções que encontram um correspondente em um "como dizer". Nesse sentido, a ligação entre as restrições situacionais e a construção discursiva é de causalidade, visto que as restrições situacionais se realizam em discurso (CHARAUDEAU, 2004).

Seguindo Charaudeau (2004), essa correspondência entre restrições situacionais e construção discursiva se estabelece da seguinte forma: as identidades psicossociais dos parceiros determinam modos enunciativos nos quais o sujeito falante deve se engajar; as finalidades, pelo viés de suas visadas, determinam modos enuncivos (descritivo, narrativo e argumentativo) que o sujeito falante deve empregar; os propósitos determinam modos de tematização (organização dos temas e subtemas); e as circunstâncias materiais determinam modos de semiologização, ou seja, a organização verbal ou visual do ato de comunicação (CHARAUDEAU, 2004).

Os dados internos são aqueles propriamente discursivos que respondem à pergunta do "como dizer?" (CHARAUDEAU, 2009). Charaudeau (2009) chama de dados internos o "conjunto dos comportamentos linguageiros esperados quando os dados externos da situação de comunicação são percebidos, depreendidos, reconhecidos" (p. 70).

Dessa forma, mesmo sobredeterminado pelas restrições situacionais, o sujeito falante dispõe de uma margem de manobra que lhe permite manifestar um ato de individuação, ou seja, "distinguir-se por sua maneira de tomar a palavra, de estabelecer sua relação com o outro e de tematizar seu propósito" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 273).

O ato de individuação corresponde ao que Charaudeau (2004) chama de estratégias de discurso, ou seja, possíveis escolhas que os sujeitos podem fazer na encenação do ato de

comunicação. Por encenação entendemos "o ato de utilização da linguagem pelo sujeito falante que produz um efeito sobre o interlocutor, por meio de escolhas de diferentes ordens de organização do discurso" (FLORES *et al*., 2009, p. 97). Em outras palavras, "as estratégias dizem respeito ao modo como um sujeito (individual ou coletivo) é conduzido a escolher (de maneira consciente ou não) um certo número de operações linguageiras" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 219).

Para Charaudeau, "não se pode utilizar essa noção de estratégia senão em relação à existência de 'um quadro contratual (...)', de maneira que possa intervir um sujeito que joga 'seja com os dados do contrato, seja no interior desses dados'" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 219).

No interior do contrato de comunicação, o locutor pode utilizar diferentes estratégias que giram em torno de três perspectivas que se distinguem pela natureza de sua finalidade: i) estratégia de legitimação, para determinar posição de autoridade (institucional ou pessoal) respondendo a questão – em nome de quem estou autorizado a falar?; ii) estratégia de credibilidade, para determinar posição de verdade respondendo a questão – como posso ser levado a sério?; e iii) estratégia de captação, para fazer com que o interlocutor entre em seu universo discursivo respondendo a questão – como fazer para que o outro possa ser levado pelo que eu disse? (CHARAUDEAU, 2009).

As estratégias discursivas também estão relacionadas aos modos de organização do discurso entendidos como procedimentos linguageiros que consistem em utilizar determinadas categorias linguísticas para ordená-las em função das finalidades discursivas do ato de comunicação (CHARAUDEAU, 2008a).

3.2.1.3 Modos de organização do discurso

Para Charaudeau (2008a), a organização discursiva emerge a partir de princípios ou modos segundo as finalidades de comunicação do sujeito enunciador, quais sejam: enunciar, descrever, narrar, argumentar. Vale ressaltarmos que os modos de organização do discurso surgem na tentativa de satisfazer as restrições impostas pela situação de comunicação (MENDES, 2006).

A expressão modo de organização do discurso é proposta por Charaudeau para designar uma espécie de sequência teoricamente definida pela natureza linguística de sua composição e pela função que desempenha no texto (PEREIRA *et al.*, 2006). Modo de organização do discurso é definido como "o conjunto dos procedimentos de colocação em

cena do ato de comunicação, que correspondem a algumas finalidades (*descrever, narrar, argumentar*...)" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 336) (grifos dos autores). Assim:

> Os modos de organização do discurso constituem procedimentos de ordenamento das categorias da língua para torná-las apropriadas às finalidades discursivas do ato de comunicação. Cada um deles propõe uma certa organização do mundo referencial revelando lógicas de construção desses mundos, possuindo uma função de base e um princípio de organização (EMEDIATO, 2006, p. 142).

De acordo com Pauliukonis e Monerrat (2008), Charaudeau opta pela expressão modo de organização do discurso em lugar de gênero do discurso para atender à necessidade de destacar o papel do sujeito do discurso em suas escolhas sobre as categorias da língua e sobre a organização discursiva e para evidenciar a dependência de tudo que acontece no ato de linguagem em relação aos parceiros deste ato, organizadores do ato encenado no discurso.

Charaudeau (2008a) propõe quatro modos de organização do discurso. São eles: enunciativo, que permite colocar em cena os protagonistas da enunciação; descritivo, que permite fazer existirem os seres do mundo ao nomeá-los e qualificá-los de forma particular; narrativo, que permite organizar a sucessão das ações e dos eventos nos quais esses seres estão implicados; e argumentativo, que permite organizar as relações de causalidades que se instauram entre essas ações (CHARAUDEAU, 2008a).

Os modos de organização do discurso propostos por Charaudeau (2008a) estão apresentados em maiores detalhes a seguir. Entretanto, destacamos que eles nem sempre aparecem isoladamente e geralmente, encontram imbricados. Por exemplo: em romances e contos a narração do enredo conjuga-se com a descrição do espaço e dos personagens e, em assuntos polêmicos pode-se conjugar a argumentação na defesa de pontos de vista com passagens narrativas e descritivas (PEREIRA *et al.*, 2006).

1- <u>Modo de organização enunciativo</u>

A enunciação é um fenômeno complexo que testemunha o modo pelo qual o sujeito falante apropria-se da língua para organizá-la em discurso (CHARAUDEAU, 2008a).

No âmbito da Análise do Discurso, o verbo enunciar "se refere ao fenômeno que consiste em organizar as *categorias da língua*, ordenando-as de forma a que dêem conta da

posição que o sujeito falante ocupa em relação ao interlocutor, em relação ao que ele diz e em relação ao que o outro diz" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 82) (grifos do autor).

Em outras palavras, o modo de organização enunciativo é uma categoria do discurso que testemunha a forma como o sujeito falante trata a encenação do ato de linguagem. Nesse sentido, tem função particular na organização do discurso: dar conta da posição do locutor com relação ao interlocutor, a si mesmo e aos outros e intervir na "encenação" de cada um dos outros três modos de organização (CHARAUDEAU, 2008a).

O modo enunciativo "permite organizar a colocação em cena dos protagonistas da enunciação (eu, tu e ele), sua identidade e suas relações, com o auxílio dos procedimentos de modalização, igualmente denominados 'papéis enunciativos' (...)" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 338) (aspas dos autores).

O sujeito falante ao enunciar coloca em ação atitudes ditas enunciativas que revelam o estabelecimento das relações sobre o interlocutor, sobre si mesmo e sobre outros discursos (CHARAUDEAU, 2008a). Relações estas compreendidas como atos locutivos que, por sua vez, são classificados em alocutivos (relação do locutor sobre interlocutor), elocutivos (relação do locutor sobre os propósitos) e delocutivos (relação do locutor com outros discursos).

Os atos locutivos são expressos por processos de modalização dos enunciados, os quais "permitem explicitar as posições do sujeito falante em relação a seu interlocutor, a si mesmo e a seu propósito" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 337).

Seguindo Charaudeau (2008a), os procedimentos da construção enunciativa são de duas ordens: uma de ordem linguística pelo uso de procedimentos que explicitam os diferentes tipos de relações do ato enunciativo através dos processos de modalização do enunciado; outra de ordem discursiva pelo uso de procedimentos que contribuem para pôr em cena os outros modos de organização do discurso.

Do ponto de vista dos procedimentos linguísticos, Charaudeau (2008a) propõe algumas categorias modais divididas em modalidades alocutivas, elocutivas e delocutivas, conforme quadro a seguir:

Quadro 04: Categorias modais e suas especificidades

Categorias modais alocutivas	
Interpelação	Quando o locutor implica o interlocutor em seu ato enunciativo através de uma identificação mais ou menos específica e espera uma reação à interpelação, ao tempo em que atribui a si um estatuto que o autoriza a interpelar o outro (CHARAUDEAU, 2008a).
Injunção	Quando o locutor declara de forma imperativa em seu ato enunciativo um comportamento para o interlocutor executar, ao tempo que atribui a si um estatuto de

	poder (CHARAUDEAU, 2008a).
Autorização	Quando o locutor estabelece em seu ato enunciativo uma ação para o interlocutor executar, julgando-o apto para fazer ou dizer, ao mesmo tempo em que, concedendo-lhe o direito de fazer ou dizer, atribui a si um estatuto de poder que garante esse direito (CHARAUDEAU, 2008a).
Aviso	Quando o locutor estabelece em seu ato enunciativo uma ação que ele mesmo realiza supondo importante declará-la ao interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Julgamento	Quando o locutor declara em seu ato enunciativo uma aprovação ou desaprovação de uma ação realizada pelo interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Sugestão	Quando o locutor propõe ao interlocutor em seu ato enunciativo uma ação a executar como meio de melhorar uma determinada situação, ao tempo em que atribui a si um estatuto de saber (CHARAUDEAU, 2008a).
Proposta	Quando o locutor estabelece em seu ato enunciativo uma ação que ele mesmo realiza em benefício do interlocutor, ao tempo em que atribui a si uma posição de poder fazer (CHARAUDEAU, 2008a).
Interrogação	Quando o locutor estabelece com seus enunciados uma informação a adquirir pedindo ao interlocutor que responda sobre algo, ao tempo em que, impondo-lhe o papel de interrogado atribui a si o direito de interrogar (CHARAUDEAU, 2008a).
Petição	Quando o locutor estabelece em seu ato enunciativo uma ação para o interlocutor executar em seu favor (CHARAUDEAU, 2008a).
Categorias modais elocutivas	
Constatação	Quando o locutor reconhece um fato limitando-se a observá-lo, não implicando o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Saber/ignorância	Quando o locutor diz ter conhecimento ou não sobre uma informação, sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Opinião	Quando o locutor explicita sua posição diante de uma informação, avaliando-a em sua verdade, sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Apreciação	Quando o locutor diz qual o seu sentimento diante de um fato pressuposto, avaliando-o afetivamente, sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Obrigação	Quando o locutor estabelece com seu enunciado uma ação para ele realizar, sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Possibilidade	Quando o locutor estabelece com seu enunciado uma ação para ele realizar numa relação de possibilidade sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Querer	Quando o locutor estabelece com seu enunciado uma ação a fazer cuja realização não depende dele, sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Promessa	Quando o locutor estabelece com seu enunciado uma ação a realizar e compromete-se com o seu dizer a realizá-la sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Aceitação/recusa	Quando o locutor estabelece com seu enunciado uma aceitação ou recusa a um pedido, sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Concordância /discordância	Quando o locutor estabelece com seu enunciado uma concordância/discordância acerca da verdade de um propósito contribuindo para sua validação, sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Declaração	Quando o locutor declara com seu enunciado que detém um saber, sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Proclamação	Quando o locutor estabelece, com seu enunciado, a existência de um ato no momento em que profere uma fala que escreve esse ato, sem implicar o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Categorias modais delocutivas	
Asserção	Maneira de expressar a verdade de um propósito, sem implicar o locutor ou o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).
Discurso relatado	Maneira de relatar um discurso já enunciado, sem implicar o locutor ou o interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a).

Considerando o quadro acima (Quadro 04), as categorias modais de interrogação (categoria modal alocutiva) e de querer (categoria modal elocutiva) requerem um detalhamento para melhor compreendê-las no contexto do processo de ensino-aprendizagem.

A categoria modal alocutiva de interrogação, conforme postula Charaudeau (2008a), não nos oferece subsídios sobre diferentes tipos de interrogações pelos quais o professor pode interrogar os estudantes numa situação de comunicação de sala de aula. Portanto, sabendo que em sala de aula é comum ao professor fazer questionamentos aos estudantes, inserimos em nosso referencial teórico alguns tipos de interrogações propostos na literatura, são eles: interrogações plenas, interrogações retóricas, interrogações semirretóricas e interrogações argumentativas.

Interrogações plenas são interrogações do locutor que requerem necessariamente uma resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997). São perguntas feitas pelo locutor que visam obter informações dos interlocutores (PEREIRA, 1991). Na sala de aula, dependendo do objetivo do professor ao lançar mão de interrogações plenas, essas podem ser classificadas, segundo Pereira (1991), em: i) interrogações plenas convergentes, quando solicitam dos estudantes respostas únicas e curtas, de conteúdo previsível; e ii) interrogações plenas divergentes, quando solicitam que os estudantes apresentem suas opiniões a partir dos dados que dispõem e possibilitam o diálogo.

As interrogações são denominadas retóricas quando são feitas pelo locutor, mas não são respondidas nem pelo locutor nem pelo interlocutor. São interrogações que não requerem respostas. As interrogações retóricas ocorrem "quando o falante elabora a pergunta, mas já conhece a resposta" (FÁVERO, 2000, p. 95). Em outros termos, trata-se de uma frase interrogativa dirigida a um destinatário sem que se espere obter resposta. Geralmente, as interrogações retóricas são usadas como recurso para manter o turno ou conseguir a anuência do interlocutor.

Semirretóricas são aquelas interrogações que são feitas e respondidas pelo locutor (MARTELLOTA, 1997). Não se dá tempo de pausa para a resposta do interlocutor. As interrogações semirretóricas visam geralmente conduzir o interlocutor em uma determinada linha de raciocínio (MARTELLOTA, 1997).

As interrogações são denominadas argumentativas quando se constituem como "um ponto controverso, resultado da expressão de pontos de vista divergentes." (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 415). O valor das interrogações argumentativas está em encontrar contradição, encontrar polêmica (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008).

Lembramos que visando promover a argumentação numa situação de comunicação de sala de aula, as questões propostas pelo professor devem levar os estudantes a "ponderar sobre o poder explicativo de cada afirmação, reconhecer afirmações contraditórias, identificar

evidências e integrar diferentes afirmações mediante a ponderação de tais evidências" (CARVALHO, 2007, p. 31).

Sobre a categoria modal elocutiva querer, Charaudeau (2008a) postula algumas variações: o desejo, quando expressa um querer íntimo do locutor sem especificar o agente que poderia realizá-lo; o anseio, quando expressa um querer cuja realização é tida como impossível; e a exigência, quando exprime um querer em relação com a posição de autoridade do locutor.

Em síntese, as atitudes enunciativas (atos locutivos) e suas relações com as categorias modais estão descritas conforme quadro 05.

Quadro 05: Procedimentos da Enunciação

Atitudes enunciativas	Relações Enunciativas	Categorias Modais
Relação de influencia Alocutiva	Relações de força (locutor/interlocutor)	Interpelação/ Injunção/ Autorização/ Aviso/Julgamento/ Sugestão/ Proposta
	Relação de Pedido	Interrogação/Petição
Ponto de vista sobre o mundo Elocutiva	Modo de saber/ Avaliação/ Motivação/ Engajamento/ Decisão	Constatação/Opinião/Apreciação/ Obrigação/Promessa/Proclamação
Apagamento do ponto de vista Delocutiva	Como o mundo se impõe	Asserção
	Como outro fala	Discurso relatado

Fonte: Adaptado de Charaudeau (2008a).

2 - Modo de organização descritivo

Descrever "consiste ver o mundo com um 'olhar parado' que faz existir os seres ao *nomeá-los, localizá-los e atribuir-lhes qualidades* que os singularizam" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 111) (grifos do autor). A descrição tem por objetivo oferecer ao ouvinte a visualização do cenário em que uma ação se desenvolve e os personagens que dela participam.

O modo de organização descritivo consiste na enumeração das características próprias dos lugares, pessoas, coisas, costumes (PEREIRA *et al.*, 2006). Nessa direção, o modo descritivo conta com três tipos de procedimentos: nomear, localizar-situar e qualificar. Nomear é dar existência a um ser, uma vez que, "ao nomear um ser/objeto, não estamos apenas etiquetando-o ou rotulando-o, mas ao contrário, estamos (...), fazendo-o existir

discursivamente como um objeto singular e, ao mesmo tempo, pertencente a um conjunto de objetos" (MENDES, 2006, p. 77). Localizar-situar é determinar o lugar que um ser ocupa no espaço e no tempo (CHARAUDEAU, 2008a). Qualificar é reduzir a infinidade do mundo, construindo classes e subclasses de seres (CHARAUDEAU, 2008a). Em síntese, o modo descritivo "permite fazer existirem os seres do mundo, nomeá-los e qualificá-los de modo particular" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 338).

De acordo com Charaudeau (2008a), os procedimentos básicos da descrição se utilizam de certos procedimentos linguísticos constituídos por categorias da língua, conforme estão apresentados no quadro a seguir (Quadro 06). Embora essas categorias não sejam exclusivas do modo de organização descritivo, são bastante recorrentes (CHARAUDEAU, 2008a).

Os procedimentos discursivos e linguísticos da descrição estão apresentados conforme quadro 06.

Quadro 06: Procedimentos discursivos da construção descritiva

Componentes	**Procedimentos discursivos**	**Procedimentos linguísticos**	**Finalidade (Situação de comunicação)**
Nomear Localizar-situar Qualificar	Identificação	Denominação Indeterminação Atualização Designação Quantificação Enumeração Acumulação de detalhes Utilização de analogias	Recensear Informar
	Construção objetiva do mundo		Definir Explicar Incitar Contar
	Construção subjetiva do mundo		Incitar Contar

Fonte: Adaptado de Charaudeau (2008a, p. 131)

3 - Modo de organização narrativo

A narração consiste no relato de acontecimentos ou fatos, reais ou imaginários, que envolve ação e movimento no decorrer do tempo (PEREIRA *et al.*, 2006). Nesse sentido, "o narrativo organiza o mundo de maneira *sucessiva* e contínua, numa lógica cuja coerência é marcada por seu próprio *fechamento* (princípio/fim)" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 157) (grifos do autor). Em outras palavras, o modo narrativo "permite organizar a sucessão das ações e dos eventos nos quais esses seres estão implicados" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 338). O modo de organização narrativo indica a maneira do sujeito falante de desenrolar uma sucessão de ações que se influenciam umas às outras num encadeamento progressivo sobre os fatos do mundo (CHARAUDEAU, 2008a).

4 - Modo de organização argumentativo

A argumentação "é o resultado textual da combinação entre diferentes componentes que dependem de uma situação que tem finalidade persuasiva" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 207) e consiste em convencer, influenciar ou persuadir alguém na defesa um ponto de vista sobre determinado assunto.

Nesta investigação, concebemos a argumentação como um modo específico de interação através da linguagem que se caracteriza como atividade verbal e social que tem por objetivo reforçar ou enfraquecer a aceitabilidade de um ponto de vista controverso (VAN EEMEREN *et al*., 1996) visando uma busca de racionalidade e uma busca de influência, cujas condições enunciativas de base são o dispositivo argumentativo: proposta, proposição e persuasão (CHARAUDEAU, 2008a).

Visando atingir uma busca de racionalidade e uma busca de influência, o sujeito que argumenta desenvolve um conjunto de atividades cognitivas que consistem em: problematizar, isto é, propor ou impor um quadro de questionamento que coloca em oposição duas asserções levando o sujeito alvo a interrogar-se sobre a validade destas; elucidar, isto é, fazer com que o sujeito alvo compreenda suas razões que explicam o estado do fato asseverado ou as consequências desse sobre acontecimentos futuros; e provar, ou seja, validar o raciocínio e fornecer ao sujeito alvo os meios para julgar a validade do ato de elucidação colocado a partir da problematização (CHARAUDEAU, 1998).

Para que haja argumentação é necessário que exista uma proposta sobre o mundo que provoque um questionamento em alguém quanto a sua legitimidade, um sujeito que se engaje em relação a esse questionamento e desenvolva um raciocínio para tentar estabelecer uma verdade quanto à proposta e outro sujeito que relacionado com a mesma proposta, questionamento e verdade constitua-se como alvo da argumentação (CHARAUDEAU, 2008a). Um processo argumentativo não deve ser confundido com uma simples asserção ou com um simples encadeamento lógico de duas ou mais asserções, mas deve estar inscrito num dispositivo argumentativo (CHARAUDEAU, 2008a).

Nessa direção, toda asserção pode ser argumentativa desde que se inscreva num dispositivo argumentativo constituído de três etapas: proposta, proposição, persuasão (CHARAUDEAU, 2008a).

A proposta é composta por uma ou mais asserções que dizem algo sobre os fenômenos do mundo através de uma relação argumentativa (CHARAUDEAU, 2008a). Toda relação argumentativa se compõe de pelo menos três elementos: uma asserção de partida (dado ou

premissa), uma asserção de chegada (conclusão, resultado) e uma ou várias asserções de passagem que permite passar de uma para a outra (inferência, prova, argumento) (CHARAUDEAU, 2008a).

Asserção de partida (A1), configurada sob a forma de um enunciado, corresponde ao "dado de partida destinado a fazer admitir outra asserção em relação à qual ela se justifica" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 209). Asserção de chegada (A2) representa o que deve ser aceito em decorrência da asserção de partida ou em decorrência da relação que une uma à outra. Esta relação é sempre de causalidade "pelo fato de que a asserção de chegada (A2) pode representar a *causa* da premissa (A1 porque A2) ou sua *consequência* (A1, portanto A2)" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 209).

A asserção de passagem representa um universo de crença sobre a maneira como os fatos se determinam mutuamente na experiência ou no conhecimento do mundo. Para Charaudeau (2008a), esse universo de crença deve ser compartilhado pelos interlocutores implicados na argumentação de forma a ser estabelecida a prova da validade da relação que une A1 e A2. A asserção de passagem, frequentemente implícita, poderá ser chamada de prova, inferência ou argumento de acordo com o quadro de questionamento em que se inscreve.

A seguir, mostramos os elementos de uma relação argumentativa conforme figura 05.

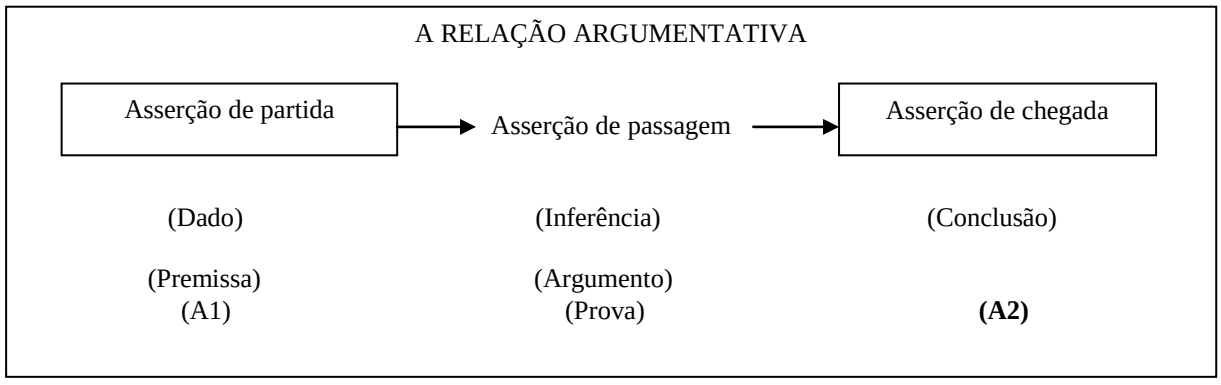

Figura 05: Representação da relação argumentativa
Fonte: Charaudeau, 2008a, p. 210.

Os diferentes componentes da relação argumentativa (asserção de partida, asserção de passagem e asserção de chegada) combinam-se entre si dando lugar a modos de raciocínio que permitem organizar a lógica argumentativa em relação ao que Charaudeau (2008a) denomina de razão demonstrativa, conforme quadro a seguir (Quadro 07).

Quadro 07: Modos de raciocínios e suas especificidades

Modos de raciocínios	Especificidades
Dedução	Baseia-se em A1 para chegar a uma conclusão A2, sendo que esta última representa a sequência, o resultado, o efeito da tomada de consideração de A1, através de uma *inferência*. "(...) pode-se dizer que na dedução, A1 e A2 estão numa relação de causalidade orientada da *causa para a consequência*" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 214).
Explicação	Baseia-se em A1 para chegar a uma conclusão A2, sendo que esta última representa a origem, o motivo, ou a razão da tomada de consideração de A1, através de uma *inferência*. "(...) na explicação, A1 e A2 encontram-se numa *relação de causalidade que é orientada da consequência para a causa*" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 214).
Associação	Utiliza a conjunção, a causa ou a consequência como encadeamento e se caracteriza por colocar A1 e A2 numa relação de contrário ou identidade. Entretanto, Charaudeau (2008a) considera que tanto a associação dos contrários como a associação dos idênticos deveriam ser eliminados dos procedimentos de argumentação por não atender ao princípio de não contradição e pela redundância empregada, respectivamente.
Escolha alternativa	Inscreve-se no dedutivo e no explicativo colocando duas relações argumentativas em oposição deixando a possibilidade de escolha entre as duas ou mostrando a incompatibilidade que resultaria da conjunção das duas.
Concessão restrita	Inscreve-se no dedutivo e consiste em aceitar A1 contestando-se que ela pode levar a uma conclusão proposta.

Entretanto, a razão demonstrativa não é o único componente da argumentação, pois o modo argumentativo constitui a mecânica que "permite a construção de *explicações* sobre asserções feitas acerca do mundo (quer essas asserções tratem de experiência ou de conhecimento), numa dupla perspectiva de *razão demonstrativa* e *razão persuasiva*" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 207) (grifos do autor). A razão demonstrativa baseia-se num mecanismo que busca estabelecer relações de causalidades estabelecidas entre as asserções através de procedimentos que constituem a organização da lógica argumentativa (CHARAUDEAU, 2008a). A razão persuasiva baseia-se num mecanismo que busca estabelecer a prova com a ajuda de argumentos que justifiquem as propostas a respeito do mundo e as relações de causalidade que unem as asserções umas às outras (CHARAUDEAU, 2008a).

Seguindo Charaudeau (2008a), para que o processo argumentativo se desenvolva são necessárias mais duas condições: a proposição e a persuasão. A proposição parte de um quadro de questionamento que se baseia na possibilidade de pôr a proposta em causa. Essa

colocação em causa depende da posição que o sujeito adota quanto à veracidade da proposta. Para Charaudeau (2008a), o sujeito pode tomar ou não posição em relação à proposta. Se tomar posição, pode mostrar-se de acordo ou desacordo e neste caso, desenvolverá um ato de persuasão destinado a justificar ou a refutar a proposta, respectivamente. Se não tomar posição, desenvolverá um ato de persuasão destinado a ponderar sobre os prós e contra da proposta.

De qualquer forma, as posições adotadas pelo sujeito, segundo Charaudeau (2008a), implicam na terceira condição para que se estabeleça um processo argumentativo: a persuasão. A persuasão coloca em evidência um quadro de raciocínio persuasivo destinado a desenvolver a refutação, a justificativa ou a ponderação dependendo do quadro de questionamento, e para tanto, recorre-se a procedimentos semânticos, discursivos e de composição para estabelecer a prova da posição adotada na proposição (CHARAUDEAU, 2008).

Em síntese, "não é suficiente que sejam emitidas *propostas* sobre o mundo, é necessário também que estas se inscrevam num *quadro de questionamento* que possa gerar um *ato de persuasão*" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 221) (grifos do autor).

O sujeito que quer argumentar utiliza procedimentos que, com base nos diversos componentes do modo argumentativo, possam servir ao seu projeto de comunicação (CHARAUDEAU, 2008a). Os procedimentos da encenação argumentativa funcionam como ferramentas de que dispõe o sujeito argumentante para fazer funcionar seu projeto de comunicação, considerando as restrições situacionais, as relações lógicas e a maneira como percebe o seu interlocutor (MENDES, 2006).

Estes procedimentos têm a função de validar a argumentação. Alguns se baseiam no valor dos argumentos – procedimentos semânticos, outros utilizam categorias linguísticas com o objetivo de produzir efeitos de discurso – procedimentos discursivos, e outros organizam o conjunto da argumentação – procedimentos composicionais (CHARAUDEAU, 2008a)

Os procedimentos semânticos consistem em utilizar um argumento que se fundamenta num consenso social, uma vez que, os membros de um grupo social compartilham determinados valores em determinados domínio de avaliação. São eles: 1) domínio da verdade, que define em termos de verdadeiro e falso o que concerne tanto à existência de seres em sua originalidade, sua autenticidade e sua unicidade, quanto ao âmbito do saber como princípio único de explicação dos fenômenos do mundo; 2) domínio do estético, que define em termos de belo e de feio o que são os seres da natureza, as representações que os

homens fazem dela ou os objetos que fabricam; 3) domínio do ético, que define em termos de bem e de mal o que devem ser os comportamentos humanos diante de uma moral externa ou interna; 4) domínio do hedônico, que define em termos de agradável ou de desagradável o que pertence ao âmbito dos sentidos que buscam prazer em relação aos projetos ou ações humanas; 5) domínio do pragmático: que define em termos de útil e de inútil os resultados das ações humanas em função das reais necessidades racionais dos sujeitos agentes que as realizam (CHARAUDEAU, 2008a).

Os procedimentos discursivos consistem em utilizar certas categorias de língua para, no âmbito da argumentação, produzir certos efeitos de persuasão. São eles: 1) a definição, atividade de linguagem que consiste em descrever os traços semânticos que caracterizam uma palavra num certo tipo de contexto; 2) a comparação, que serve para reforçar a prova de uma conclusão ou de um julgamento produzindo um feito pedagógico quando a comparação é objetiva ou um efeito de ofuscamento quando a comparação é subjetiva; 3) citação, que consiste em referir-se às emissões escritas ou orais de outro locutor para produzir na argumentação um efeito de autenticidade; 4) a descrição narrativa, que serve para desenvolver todo um raciocínio que produz um efeito de exemplificação; 5) a acumulação, que consiste em utilizar vários argumentos para servir a uma mesma prova; 6) o questionamento, que consiste em colocar em questão uma proposta cuja realização depende da resposta real ou suporta do interlocutor e tem diferentes visadas: de incitação a fazer, de proposta de uma escolha, de verificação do saber, de provocação e de denegação (CHARAUDEAU, 2008a).

Os procedimentos de composição consistem em dividir, repartir, distribuir os elementos do processo argumentativo. A composição pode ser linear quando programa os argumentos segundo uma cronologia acompanhada de um jogo de vai e vem entre seus diferentes momentos e de uma pontuação dos tempos fortes da argumentação, ou pode ser classificatória quando retoma os diferentes argumentos, dados ou resultados e apresenta-os de modo resumido, como quadros, figuras, etc. (CHARAUDEAU, 2008a).

Em seu conjunto, as categorias centrais da Teoria Semiolinguística apresentadas neste capítulo constituíram a proposição de um quadro analítico das construções discursivas dos professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS.

Para uma melhor compreensão da estrutura de análise proposta, apresentamos a seguir categorias e subcategorias analíticas decorrentes da Teoria Semiolinguística que foram empreendidas nessa investigação.

3.3 **O quadro analítico empreendido nessa investigação**

Buscando construir um quadro analítico que possibilitasse nossa investigação sobre construções discursivas de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS, partimos de dois pressupostos teórico-metodológicos da Teoria Semiolinguística.

O primeiro deles refere-se às restrições situacionais do ato de comunicação, aquelas que decorrem da situação de comunicação, têm como função construir o discurso e estão relacionadas às condições de produção linguageira, quais sejam:

- ✓ Identidades psicossociais, definidas "por uma convergência de traços personológicos de idade, sexo, etnia, etc., de traços que sinalizam o status social, econômico e cultural e que indicam a natureza ou estado afetivo dos parceiros" (CHARAUDEAU, 2009, p. 69);
- ✓ Finalidade, que corresponde à intencionalidade psico-sócio-discursiva que determina a expectativa da troca linguageira (CHARAUDEAU, 2010);
- ✓ Propósitos, concebidos como os referentes do discurso (CHARAUDEAU, 2009);
- ✓ Circunstâncias materiais, entendidas como o conjunto de características do ambiente em que se inscreve o ato de comunicação em termos dos lugares físicos ocupados pelos parceiros e em termos dos meios de transmissão (CHARAUDEAU, 2009).

Portanto, o primeiro movimento analítico adotado nessa investigação, em relação às das construções discursivas dos professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS, contemplou uma dimensão situacional.

A análise da dimensão situacional estruturou-se seguindo quatro categorias analíticas:

1- Identidades psicossociais dos professores de química e dos estudantes.

2- Finalidades comunicativas que correspondem às intencionalidades psico-sócio-discursiva que determinaram as construções discursivas dos professores de química.

3- Propósitos abordados pelos professores de química durante as sequências de aulas.

4- Circunstâncias materiais: características do ambiente em que se inscreve o ato de comunicação em termos dos lugares físicos ocupados pelos professores e estudantes e em termos de seus meios de transmissão.

O segundo pressuposto refere-se aos dados internos, dado que mesmo sobredeterminado pelas restrições situacionais, o sujeito falante dispõe de uma margem de manobra que lhe permite manifestar um ato de individuação, ou seja, "distinguir-se por sua maneira de tomar a palavra, de estabelecer sua relação com o outro e de tematizar seu propósito" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 273).

Portanto, o segundo movimento analítico adotado nessa investigação, em relação às construções discursivas dos professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS, contemplou uma dimensão discursiva. A análise da dimensão discursiva estruturou-se seguindo duas categorias analíticas:

1- Atitudes enunciativas: aquelas que revelam o estabelecimento das relações sobre o interlocutor, sobre os propósitos e sobre outros discursos (CHARAUDEAU, 2008a).

O movimento analítico das atitudes enunciativas tomou por base a identificação de categorias modais alocutivas (interpelação, injunção, autorização, aviso, julgamento, sugestão, proposta, interrogação, petição), elocutivas (constatação, opinião, apreciação, obrigação, promessa, proclamação) e delocutivas (asserção e discurso relatado), gerando as seguintes subcategorias de análise:

1.1 - Atitudes enunciativas alocutivas: relação de influência dos professores de química sobre os estudantes.

1.2 - Atitudes enunciativas elocutivas: relação dos professores de química diante dos propósitos (temas abordados).

1.3 - Atitudes enunciativas delocutivas: relação dos professores de química com outros discursos.

2- Atitudes enuncivas: aquelas envolvidas não mais com a relação entre locutor e interlocutor, locutor consigo mesmo ou locutor com um terceiro, mas com a organização discursiva dos propósitos trabalhados. O movimento analítico das atitudes enuncivas tomou por base a identificação de procedimentos dos modos descritivo, narrativo e do argumentativo de organização do discurso, apresentados neste capítulo.

Tomando por base as categorias e subcategorias de análise, mostramos a seguir o quadro analítico estruturado para essa investigação (Quadro 08).

Quadro 08: Quadro Analítico das construções discursivas dos professores de química

Dimensão Situacional	
Foco de interesse	Aspectos da Análise
Restrições Situacionais (Dados externos)	**Categorias**
	Identidades psicossociais
	Finalidades
	Propósitos
	Circunstâncias materiais

Dimensão Discursiva		
Foco de interesse	Aspectos da Análise	
Estratégias discursivas (Dados internos)	**Categorias**	**Subcategorias**
	Atitudes Enunciativas	Relações de Influência entre locutor e interlocutor Relação com os propósitos Relação com outros discursos
	Atitudes Enuncivas	Procedimentos dos modos de organização descritivo, narrativo e argumentativo

Enfim, este quadro analítico foi empreendido para investigarmos, a partir das interações discursivas que emergiram entre professores e estudantes, as construções discursivas de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS,

A busca por uma compreensão responsiva (BAKHTIN, 2003) do nosso objeto de estudo, definiu os procedimentos metodológicos desta investigação.

CAPÍTULO 4 - Caminhos Metodológicos adotados: vislumbrando uma análise das construções discursivas de professores de química

---

Procurar entender o processo da construção do conhecimento escolar é objetivo de muitos pesquisadores, mas principalmente daqueles que já foram, ou ainda são, ***professores que acreditam no papel fundamental do ensino em sala de aula*** *e por isso mesmo querem conhecer melhor a relação entre o ensinar e o aprender.*

Carvalho, 2006, p. 39. (Grifos nossos).

Neste capítulo apresentamos os fundamentos e procedimentos metodológicos empreendidos nessa investigação. Para tanto, retomamos, inicialmente, as questões de pesquisa e os objetivos propostos para respondê-las. Na sequência, caracterizamos a metodologia, apresentamos os perfis dos professores de química envolvidos, justificamos nossa opção por investigar um deles e descrevemos o contexto em que ocorreu a investigação. Por fim, apresentamos os instrumentos utilizados e os procedimentos metodológicos para a organização e construção do *corpus* analisado.

4.1 **Questões e Objetivos**

Para melhor compreensão dos aspectos metodológicos empreendidos nesta investigação, consideramos conveniente retomarmos as questões de pesquisa e os objetivos propostos para respondê-las.

Esta investigação foi conduzida em torno da seguinte questão de pesquisa: como professores de química constroem seus discursos quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS?

Mais especificamente, queríamos compreender: que elementos determinaram esses discursos, ou seja, quais as restrições situacionais? Que estratégias discursivas foram estabelecidas pelos professores de química em função desses elementos? O discurso argumentativo é instaurado? Se sim, de que modo é instaurado? Se não, quais as limitações?

Nosso intuito foi o de identificarmos, a partir das construções discursivas de professores de química, quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica, numa

abordagem CTS, indicadores de possibilidades e limitações da emergência do discurso argumentativo em suas salas de aula e possíveis implicações para o processo de reconstrução de significados de conceitos científicos e, por conseguinte, para a vivência de uma abordagem CTS. Adicionalmente, tornando visíveis essas construções discursivas, poderíamos refletir sobre as mesmas em curso de formação inicial ou continuada de professores de Ciências.

Nessa direção, propomos os seguintes objetivos:

- Objetivo Geral

Investigar discursos de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS.

- Objetivos Específicos

1. Identificar as restrições situacionais das construções discursivas de professores de química em termos das identidades psicossociais, das finalidades, dos propósitos e das circunstâncias materiais.
2. Analisar posições estabelecidas pelos professores diante dos estudantes, dos propósitos e de outros discursos, ou seja, suas atitudes enunciativas.
3. Analisar os modos de organização discursiva estabelecidos pelos professores, ou seja, suas atitudes enuncivas.
4. Identificar possibilidades e limitações para a emergência de discurso argumentativo.
5. Delinear implicações das construções discursivas dos professores para o processo de reconstrução de significados de conceitos científicos numa abordagem CTS.

Foi considerando tais questões e objetivos que delimitamos a metodologia empreendida nesta investigação.

4.2 **Metodologia**

Para apresentar as opções metodológicas adotadas nesta investigação, partimos da ideia de que "a definição do objeto de pesquisa assim como a opção metodológica constituem um processo tão importante para o pesquisador quanto o texto" por ele elaborado (DUARTE, 2002, p. 140). Nesse sentido, buscando coerência entre diferentes abordagens de pesquisa e os

objetivos propostos nesta investigação, optamos por uma pesquisa qualitativa, visto que, segundo Denzin e Lincon (1994, p. 02), prevê:

> Pluralidade de método quanto ao foco, envolvendo uma abordagem interpretativa e naturalística do assunto pesquisado. Isso significa que os pesquisadores qualitativos estudam as coisas em seu ambiente natural, tentando dar sentido aos fenômenos, ou interpretá-los em termos dos significados que as pessoas dão a eles.

Nessa perspectiva, esta investigação se caracterizou como um estudo de caso, entendido como uma pesquisa empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto natural (YIN, 2005). Adotamos o estudo de caso como uma variante da pesquisa qualitativa que busca responder questões do tipo "como" e "por que" em uma situação na qual o pesquisador "tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real" (YIN, 2005, p. 19).

Para Yin (2005), dentre outros aspectos, o estudo de caso se adapta às investigações em educação quando o objetivo é descrever ou analisar o fenômeno, a que se acede diretamente, de uma forma profunda e global, e quando o investigador pretende apreender a dinâmica do fenômeno, do programa ou do processo. Portanto, o estudo de caso foi adotado considerando que se tratou de uma investigação empírica que teve como objeto de estudo fenômenos – construções discursivas de professores de química – dentro do seu contexto real – a sala de aula desses professores.

Para tanto, tratamos os resultados numa articulação entre uma abordagem qualitativa e uma abordagem quantitativa. A abordagem qualitativa como aquela que "busca uma compreensão particular daquilo que estuda: o foco da sua atenção é centralizado no específico, no peculiar, no individual, almejando sempre a compreensão e não a explicação dos fenômenos estudados" (RAMPAZZO, 2002, p. 58). A abordagem quantitativa como aquela que busca "quantificar dados obtidos através de informações coletadas através de questionários, entrevistas, observações, assim como o emprego de recursos e técnicas estatísticas desde as mais simples como, percentagem média, moda, (...) até as de uso mais complexo (...)" (OLIVEIRA, 2003, p. 57).

Por conseguinte, para investigarmos as construções discursivas de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS, entendemos que estes dois tipos de abordagens de pesquisa não são excludentes, e sim complementares (OLIVEIRA, 2003).

4.3 **Os professores envolvidos**

Partindo da questão de pesquisa delineada, o nosso interesse foi voltado para professores de química que tivessem alguma vivência com a abordagem CTS em sua prática docente.

Nessa direção, nossa aproximação com os professores que poderiam contribuir com a realização desta investigação foi conduzida por uma amostragem não probabilística intencional (RICHARDSON *et al*., 1999), visto que, adotamos critérios determinados, tais como: ministrar aulas de química, ter vivência com a abordagem CTS e adotar livro didático com abordagem CTS.

Parece-nos relevante mencionar que a seleção dos professores seguindo os critérios mencionados acima não foi simples. Primeiro, a maioria dos professores de química que contatamos não conhecem abordagem CTS. Segundo, quando encontramos escolas que adotavam livro didático com abordagem CTS, mais especificamente, o livro *Química e Sociedade* da editora Nova Geração, geralmente, os professores de química dessas escolas não usavam este livro, optando por outros livros.

Diante dessas dificuldades decidimos por uma aproximação com professores de química que vivenciaram uma abordagem CTS em suas monografias de conclusão do curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A pesquisadora tinha conhecimento de dois professores que haviam defendido suas monografias sobre a abordagem CTS, pois foi examinadora na defesa de um deles em 2008 e orientadora do trabalho monográfico do outro em 2010. As respectivas monografias foram desenvolvidas a partir de uma sequência didática segundo abordagem CTS aplicada em aulas de química. Dessa forma, contactamos dois professores: um professor e uma professora.

O professor possui formação inicial em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, 02 anos de experiência docente, leciona a disciplina de Química em uma escola da Rede Estadual de Pernambuco localizada em Jaboatão dos Guararapes e tem uma carga horária mensal de 200 h/a.

Vivenciou em sua prática docente uma abordagem CTS quando defendeu em 2008, a monografia intitulada “Aquecimento global: uma abordagem CTS nas aulas de química”. Em sua pesquisa ele foi pesquisador e professor e, dessa forma, uma abordagem CTS foi vivenciada em sua sala de aula. Mas, a escola em que ele trabalha atualmente não adota livro didático com proposta pedagógica de CTS, aquela focada nas interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A professora possui formação inicial em Química Industrial pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), mestrado em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 05 anos de experiência docente, leciona as disciplinas de Química e Matemática em uma escola da Rede Estadual de Pernambuco localizada no Recife e tem uma carga horária mensal de 200 h/a distribuídas nessas duas disciplinas.

Vivenciou em sua prática docente uma abordagem CTS, quando defendeu em 2010, a monografia intitulada "Geração e acúmulo de lixo numa abordagem CTS: por um ensino de química para o exercício da cidadania". Em sua pesquisa ela foi pesquisadora e professora e, neste caso, uma abordagem CTS foi vivenciada em sua sala de aula.

Adicionalmente, esta professora de química trabalha com o livro adotado pela escola para a disciplina de Química: Química e Sociedade da editora Nova Geração. Este livro segue uma proposta pedagógica de CTS e tem como objetivo "fornecer conhecimentos relevantes que possam servir de ferramenta cultural para o jovem participar ativamente da sociedade moderna, caracterizada, sobretudo, pela presença da ciência e da tecnologia, (...)" (SANTOS e MÓL, 2006, p. 7). Dessa forma, é um livro didático que tem como proposta uma abordagem ao conhecimento científico (...) focada em interrelações Ciência-Tecnologia-Sociedade e estrutura-se a partir de temas sociais (SANTOS *et al*., 2007).

Nesse contexto, a professora de química tem uma prática docente com características de uma abordagem CTS à medida que ela trabalha os conteúdos químicos estabelecendo interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade através de temas sociais propostos pelo livro adotado. Em outros termos, à medida que ela trabalha os conteúdos químicos articulados aos aspectos tecnológicos, históricos, éticos, políticos e econômicos através dos temas sociais. Temas estes que, segundo a proposta pedagógica do livro, buscam contextualizar socialmente conteúdos científicos através das relações entre ciência-tecnologia-sociedade (SANTOS *et al*., 2007)

Vislumbrando por uma análise exaustiva das construções discursivas desses professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS, decidimos investigar a construção discursiva de um deles.

Nessa direção, considerando os perfis dos dois professores de química contatados, optamos por investigar a construção discursiva da professora de química, dado que ela atendeu aos três critérios adotados: ensinar química, vivenciar abordagem CTS em sua sala de aula e adotar material didático com abordagem CTS.

4.4 **O contexto da pesquisa**

A escola que a professora de química trabalha é da Rede Estadual de Pernambuco, atende alunos de turmas regulares do Ensino Fundamental II, Médio e é referência na Educação Especial. Suas instalações contam com auditórios (02), laboratório de informática, laboratório de ciências, biblioteca, sala de professores e quadra poliesportiva, as quais, de modo geral, são bem equipadas.

No contexto das escolas da rede estadual, esta escola possui algumas particularidades, como, por exemplo, tem uma boa localização geográfica em termos de acessibilidade, muitos de seus estudantes são egressos da rede particular, tem um quadro de professores com cursos de especialização e mestrado, e participa de uma política de inserção de recursos tecnológicos por parte da Secretaria de Educação que disponibiliza aos professores projetores multimídia, *tablets* e laboratório digital de química e biologia.

Esta investigação foi realizada em Junho de 2011 numa turma da 2ª série do Ensino Médio. Naquele momento, a professora de química havia abordado o conteúdo de Reações Químicas e trabalharia em seguida os aspectos energéticos envolvidos, isto é, o conteúdo da Termoquímica.

A turma envolvida, com cerca de 20 estudantes com faixa etária entre 16 e 18 anos, foi caracterizada pela professora como inquieta por gostar de conversar muito durante suas aulas, porém participativa nas discussões de sala de aula. Era uma turma heterogênea, considerando a presença de estudantes ouvintes e estudantes surdos.

4.5 **Instrumentos de pesquisa**

Esta investigação contemplou os seguintes instrumentos de pesquisa: um questionário, gravações em vídeo e em áudio e anotações de campo em caderno de notas.

O questionário é um instrumento de pesquisa "constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador" (RAMPAZZO, 2002, p. 110). Embora saibamos das limitações desse instrumento de pesquisa, como, por exemplo, a não possibilidade de ajudar o informante em questões não compreendidas pelo mesmo, optamos pelo questionário considerando algumas das vantagens que ele propicia, entre elas: economia de tempo; obtenção de significativo número de informações; obtenção de respostas mais precisas; e menos riscos de influência do pesquisador (RAMPAZZO, 2002).

O questionário (Apêndice A) foi entregue aos professores de química em mãos e teve como objetivos a construção de seus perfis e a identificação de alguns aspectos do contexto das escolas em que trabalham, como, por exemplo, aspectos da estrutura física, número de professores, níveis de ensino, etc. Nessa direção, o questionário contemplou, dentre outras, questões sobre a formação inicial dos professores, cursos de pós-graduação, tempo de docência, número de escolas em que lecionam carga-horária, níveis de ensino atendidos pela escola, aspectos da estrutura física, etc.

Outro instrumento de pesquisa usado foi a videogravação. Considerando que as gravações em áudio e vídeo de aulas observadas facilitam a identificação dos locutores e documentam elementos da comunicação não-verbal (MARTINS, 2006), gerando os dados preferenciais das investigações acerca do processo de ensino-aprendizagem (CARVALHO, 2006), as filmagens das salas de aula dos professores de química quando trabalharam conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS se constituíram como principal instrumento para organização e construção do *corpus* desta investigação. Contudo, as anotações de campo em caderno de notas como instrumento de pesquisa tiveram sua contribuição. Nelas, registramos, por exemplo, o tempo de duração de cada atividade proposta durante a sequência de aulas investigada.

Optando por investigar a construção discursiva da professora de química, a filmagem de todas as aulas constitutivas da sequência de aulas foi literalmente transcrita (Apêndice B). A sequência de aulas da professora foi vivenciada em dois momentos. O primeiro momento correspondeu a duas aulas geminadas e o segundo momento à aproximadamente três aulas geminadas. Considerando que cada aula teve duração de 50 minutos, a sequência de aulas da professora contemplou um total de 4 horas e 10 minutos.

4.6 **Organização e construção do *corpus***

Antes de descrevermos os procedimentos metodológicos para a organização e construção do *corpus*, precisamos indicar o que estamos entendendo por *corpus*. Tomamos por *corpus* "uma coleção finita de materiais, determinada antemão pelo analista, com (inevitável) arbitrariedade, e com a qual ele irá trabalhar" (BARTHES, 1967, p. 96).

Para organização e construção do *corpus* desta investigação, tomamos por base pressupostos da etnografia interacional (CASTANHEIRA, 2004).

A etnografia interacional foi considerada como uma perspectiva interpretativa da construção discursiva da professora de química quando trabalhou conceitos científicos da

Termoquímica numa abordagem CTS "que considera a linguagem como construção sociocultural de cada grupo social e propõe uma abordagem combinada da análise do discurso e da etnografia para investigação do processo ensino-aprendizagem" (AMARAL e MORTIMER, 2006, p. 255).

Nessa direção, é uma perspectiva de pesquisa compatível com outros referenciais teórico-metodológicos adotados nesta investigação na medida em que consideram a linguagem enquanto ferramenta mediadora de significados.

Em tempo, alertamos que não se pode confundir o fato de fazermos uso das estratégias de análise segundo a perspectiva etnografia interacional com estudo etnográfico (ATKINSON e HAMMERSLEY, 1983). A etnografia envolve aprender como os membros de um determinado grupo vêem sua cultura, isto é: suas práticas, seus valores, suas crenças. Nosso estudo não envolveu, tal como é esperado nos estudos etnográficos, a perspectiva do grupo em análise. Recorremos às lições das experiências dos estudos etnográficos para compreender a dinâmica discursiva de uma sala de aula segundo categorias de análises que criamos a partir da fundamentação teórica que embasa nosso estudo, não focamos as perspectivas dos participantes, como, por exemplo, suas ideias acerca das práticas discursivas que realizam em sala de aula.

A etnografia interacional propõe estratégias de organização de dados em diferentes níveis e para tanto, sugere a elaboração de mapas de estruturação que representam diferentes aproximações à dinâmica do contexto observado (AMARAL e MORTIMER, 2006). Por exemplo: na sala de aula da professora de química quando vivenciou uma abordagem CTS consideramos níveis mais gerais (a sequência das aulas ministradas), níveis intermediários (determinadas atividades constitutivas da sequência de aulas) e níveis mais específicos (momentos de interações discursivas entre a professora e os estudantes durante uma das atividades propostas).

Seguindo as estratégias de organização propostas pela etnografia interacional, os procedimentos metodológicos para organização e construção do *corpus* nessa investigação foram realizados em seis momentos: i) descrição da sequência de aulas; ii) elaboração do mapa de atividades; iii) seleção dos episódios de ensino-aprendizagem; iv) transcrição literal dos episódios de ensino-aprendizagem selecionados; v) descrição desses episódios; e vi) análise do *corpus* construído.

A seguir, os procedimentos metodológicos estão descritos com maiores detalhes.

1º momento: A descrição da sequência de aulas com abordagem CTS vivenciada

A descrição da sequência de aulas vivenciada pela professora de química foi relevante para uma melhor compreensão da sequência das atividades propostas, dos conteúdos trabalhados e das estratégias de ensino empregadas. Toda essa descrição contribuiu para o próximo momento metodológico: a elaboração do mapa de atividade da sequência de aulas.

2º momento: Elaboração do mapa de atividade para a sequência de aulas

Este momento metodológico teve como objetivo caracterizar a sequência de aulas da professora de química e mostrar o contexto de produção das interlocuções entre a professora e os estudantes, visto que a comunicação verbal não pode ser compreendida fora de sua ligação com uma situação concreta (BAKHTIN, 2006).

O mapa de atividades da sequência de aulas foi organizado em forma de quadro especificando aspectos dispostos em colunas, quais foram: i) tempo utilizado na proposição das atividades; ii) atividades vivenciadas; iii) objetivos identificados para as atividades; iv) temas abordados; e v) instâncias CTS abordadas. Incluímos ainda uma sexta coluna relacionada aos comentários da pesquisadora.

Para a elaboração do mapa de atividades da sequência de aulas da professora, foram selecionadas sete atividades. O critério de seleção das atividades considerou aquelas de natureza conceitual e não gerencial, isto é, não contemplamos aquelas atividades relacionadas, por exemplo, à divisão dos estudantes nos grupos e à distribuição dos livros para a leitura do texto. Portanto, foram consideradas apenas as atividades ditas conceituais que "dizem respeito à leitura de um texto, realização de anotações no caderno, discussão e troca de ideias e à construção, compartilhada ou não, de explicações" (MARTINS, 2006, p. 310).

Elaborado o mapa de atividades, partimos para o próximo momento metodológico: seleção dos episódios de ensino-aprendizagem.

3º momento: Seleção dos episódios de ensino-aprendizagem

Os episódios de ensino-aprendizagem foram considerados como "o conjunto de enunciados que cria o contexto para a emergência de um determinado significado ou de alguns significados relacionados" (AMARAL e MORTIMER, 2006, p. 257).

Para seleção dos episódios de ensino-aprendizagem tomamos por base o conjunto de enunciados que criou o contexto para a emergência de significados para os conceitos científicos de base da Termoquímica, quais sejam: calor, reação exotérmica, reação

endotérmica, entalpia, entalpia de formação, entalpia de combustão, e energia de ligação. Nessa direção, foram selecionados cinco episódios de ensino-aprendizagem conforme quadro a seguir (Quadro 09). Para a identificação dos episódios de ensino-aprendizagem consideramos os números 1, 2, 3, 4 e 5 referentes à ordem cronológica em que eles aconteceram ao longo da sequência de aulas da professora.

Quadro 09: Episódios de ensino-aprendizagem extraídos da sequência de aulas

Episódio 1: Trabalhando o conceito de Reação de Combustão
Episódio 2: Trabalhando o conceito de Calor
Episódio 3: Trabalhando os conceitos de Reação Exotérmica e Reação Endotérmica
Episódio 4: Trabalhando o conceito de Entalpia de Formação
Episódio 5: Trabalhando o conceito de Energia de Ligação

Considerando que um mesmo conceito científico poderia ser trabalhado em diferentes momentos da sequência de aulas, alguns episódios de ensino-aprendizagem foram divididos em segmentos. Por exemplo: a abordagem ao conceito de reação de combustão ocorreu em dois diferentes momentos da sequência de aulas e, neste caso, o episódio 1 - Trabalhando o conceito de Reação de Combustão foi dividido em dois segmentos: o segmento 1.1 e o segmento 1.2.

4º momento: Transcrição dos episódios de ensino-aprendizagem

Neste momento metodológico, partimos do entendimento de que se a intenção é a de interpretação da construção discursiva da professora de química quando trabalha conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS, a transcrição dos episódios de ensino-aprendizagem é essencial para nossa análise, dado que alguns detalhes de linguagem podem passar despercebidos numa análise direta da gravação em vídeo (CARVALHO, 2006).

Nessa direção, os episódios de ensino-aprendizagem foram literalmente transcritos. Para transcrevê-los tomamos por base algumas convenções propostas na literatura mostradas a seguir (Quadro 10).

Quadro 10: Convenções adotadas para transcrição dos episódios de ensino-aprendizagem

Sinais	Função
...	Para marcar qualquer tipo de pausa.

()	Para hipóteses do que se ouviu.
(())	Para inserção de comentários do pesquisador
::	Para indicar prolongamento de vogal ou consoante.
/	Para indicar truncamento de palavras.
_ _	Para silabação.
_	Para quebra na sequência temática com inserção de comentários.
LETRAS MAIÚSCULAS	Para entonação enfática.
(__)	Para turnos superpostos.
([])	Para falas simultâneas.
Negrito, *itálico* ou <u>sublinhado</u>	Para representar a simultaneidade das diversas linguagens.

Fonte: CARVALHO, 2006, p. 36.

A transcrição dos episódios foi realizada considerando uma ordem cronológica e uma organização em turnos de fala. Embora os turnos de fala sejam tomados como "a contribuição de um locutor dada em um certo momento da conversação" que se encadeia num sistema de alternância (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 488), os turnos de fala da professora foram transcritos em segmentos visando uma melhor identificação das categorias modais alocutivas, elocutivas e delocutivas.

Para a transcrição dos turnos de fala, os estudantes foram apresentados pela letra E, e a professora, pela letra P.

5º momento: <u>Descrição dos episódios de ensino-aprendizagem</u>

Os episódios de ensino-aprendizagem foram descritos em termos dos conceitos científicos trabalhados, do significado científico desses conceitos, e da sua relevância para o estudo da Termoquímica e para o tema vivenciado na abordagem CTS.

Em seguida foi apresentada a divisão dos episódios em segmentos e o que aconteceu em cada segmento, indicando entre parênteses os intervalos dos turnos de fala correspondente. Por exemplo: no primeiro segmento (segmento 1.1) do episódio 1 a professora: i) verificou o que os estudantes sabiam sobre combustão (turnos 1 a 5); ii) classificou reação de combustão como uma transformação química (turnos 6 a 14); iii) identificou os tipos de energia envolvidos em reações de combustão (turnos 15 a 42); iv) apresentou a definição de reação de combustão (turnos 43 a 47); v) situou o objeto de estudo da Termoquímica (turnos 48 e 56);

vi) indagou os estudantes sobre reações de combustão importantes no dia-a-dia, articulando esse tipo de reação com a produção de energia advinda dos alimentos e direcionou as questões para as reações de combustão que ocorrem em motores automotivos (turnos 57 a 78).

Todos os momentos metodológicos descritos anteriormente constituíram, em conjunto, uma dinâmica para a construção do *corpus* analisado nesta investigação.

6º momento: Análise do *corpus* construído

A análise do *corpus* nesta investigação tomou por base pressupostos da Teoria Semiolinguística de Patrick Charaudeau. A Semiolinguística propõe ao analista partir da relação contratual da qual se originou o discurso que se pretende analisar. Dessa forma, seguindo Charaudeau (2005), foi possível captarmos os elementos que determinaram, ainda que em parte, as estratégias discursivas estabelecidas pelos sujeitos do discurso (CHARAUDEAU, 2005).

Nessa direção, as análises da construção discursiva da professora de química quando trabalhou conceitos científicos de Termoquímica numa abordagem CTS ao longo dos episódios de ensino-aprendizagem selecionados, ocorreu em dois movimentos: um primeiro movimento que contemplou a dimensão situacional e um segundo movimento que contemplou a dimensão discursiva.

Para a análise da dimensão situacional foram consideradas como categorias analíticas:

1- Identidades psicossociais da professora de química e dos estudantes.

2- Finalidades que correspondem às intencionalidades psico-sócio-discursivas que orientaram a construção discursiva da professora de química.

3- Propósitos abordados pela professora durante os episódios analisados.

4- Circunstâncias materiais: características do ambiente em que se inscreve a construção discursiva em termos dos lugares físicos ocupados pela professora e pelos estudantes e em termos dos meios de transmissão.

Para a análise da dimensão discursiva foram consideradas as seguintes categorias analíticas:

1- **Atitudes enunciativas**: relacionadas ao modo enunciativo de organização do discurso, são aquelas que revelam o estabelecimento das relações do locutor sobre o interlocutor, sobre os propósitos e sobre outros discursos (CHARAUDEAU, 2008a).

O movimento analítico das atitudes enunciativas tomou por base a identificação das categorias modais alocutivas (interpelação, injunção, autorização, aviso, julgamento,

sugestão, proposta, interrogação, petição), elocutivas (constatação, opinião, apreciação, obrigação, promessa, proclamação) e delocutivas (asserção e discurso relatado) gerando as seguintes subcategorias de análise:

1.1-Atitudes enunciativas alocutivas: relação de influência da professora de química sobre os estudantes.

1.2-Atitudes enunciativas elocutivas: relação da professora de química diante dos propósitos (temas abordados).

1.3-Atitudes enunciativas delocutivas: relação da professora de química com outros discursos.

2- **Atitudes enuncivas**: relacionadas aos modos descritivo, narrativo e argumentativo de organização do discurso, são aquelas envolvidas não mais com a relação entre locutor e interlocutor, locutor consigo mesmo ou locutor com um terceiro, mas com a organização discursiva dos propósitos trabalhados.

O movimento analítico das atitudes enuncivas tomou por base a identificação dos procedimentos dos modos descritivo, narrativo e argumentativo de organização do discurso, apresentados anteriormente no capítulo 3.

As dimensões de análise descritas e suas respectivas categorias e subcategorias compuseram o quadro analítico empreendido nessa investigação apresentado a seguir (Quadro 11).

Quadro 11: Quadro Analítico da construção discursiva da professora de química quando trabalha conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS

<table>
<tr><td colspan="3">Dimensão Situacional</td></tr>
<tr><td>Foco de interesse</td><td colspan="2">Aspectos da Análise</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Restrições Situacionais
(Dados externos)</td><td colspan="2">Categorias</td></tr>
<tr><td colspan="2">Identidades psicossociais</td></tr>
<tr><td colspan="2">Finalidades</td></tr>
<tr><td colspan="2">Propósitos</td></tr>
<tr><td colspan="2">Circunstâncias materiais</td></tr>
<tr><td colspan="3">Dimensão Discursiva</td></tr>
<tr><td>Foco de interesse</td><td colspan="2">Aspectos da Análise</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Estratégias discursivas
(Dados internos)</td><td>Categorias</td><td>Subcategorias</td></tr>
<tr><td>Atitudes
Enunciativas</td><td>Relações de influência com os estudantes
Relação com os propósitos
Relação com outros discursos</td></tr>
<tr><td>Atitudes
Enuncivas</td><td>Procedimentos dos modos de organização descritivo, narrativo e argumentativo</td></tr>
</table>

A seguir estão apresentados os resultados e discussão sobre o objeto desta investigação: a construção discursiva de uma professora de química quando trabalha conceitos científicos de Termoquímica numa abordagem CTS.

CAPÍTULO 5 - Resultados e Discussão: investigando a construção discursiva de uma professora de química

---

O sentido é, ao mesmo tempo, nosso mito e nosso real. Ele se constrói na confluência entre o dito e o não dito (o explícito e o implícito). Ele não é apenas o dito, ele não é apenas o não dito. O sentido nasce da relação dos dois. (...) que se dê apenas uma orientação de trabalho em sala de aula, há sempre, sob a tranquilidade das palavras, um turbilhão de significações implícitas.

Charaudeau, 2008b, p. 13.

A sala de aula da professora de química

A professora trabalhou o conteúdo de Termoquímica, segundo ela, numa abordagem CTS a partir do tema "Combustível *versus* Poluição atmosférica". A sequência de aulas da professora contemplou aproximadamente cinco aulas de cinquenta minutos cada, envolveu em média 20 estudantes da 2ª série do ensino médio com faixa etária de 16 a 18 anos, ocorreu no mini-auditório da escola composto de data show, retroprojetor, TV e aparelho de DVD, e foi vivenciada em dois momentos.

No 1º Momento da sequência de aulas, (aulas geminadas 1 e 2), a professora começou uma abordagem sobre reações de combustão: sobre o que é uma reação de combustão e sobre as formas de energia nela envolvidas. Em seguida, situou a Termoquímica como estudo das reações químicas que envolvem transferência de calor, ressaltou a importância das reações de combustão no cotidiano, explorou alguns exemplos de reações de combustão e direcionou o foco para as reações de combustão que ocorrem em motores automotivos. Em seguida, a professora apresentou um vídeo sobre o funcionamento de um motor de combustão interna de quatro tempos. Simultaneamente à apresentação do vídeo, explicou o passo a passo de seu funcionamento a partir das etapas: admissão, compressão, combustão/expansão e escape. Posteriormente, solicitou aos estudantes que se organizassem em grupos para a leitura do texto "Combustíveis e Energia" do livro didático *Química e Sociedade* (Apêndice C). Após a leitura do texto pelos grupos, debateu com os estudantes sobre: diferentes tipos de combustíveis e seus respectivos poderes caloríficos; relações entre queima de combustíveis e questões ambientais; gases poluentes liberados na queima dos combustíveis automotivos;

regulagem de motores automotivos de combustão; calor como forma de energia; unidades de medidas de calor; caloria; calorímetro; reações exotérmicas e reações endotérmicas.

No 2º Momento da sequência de aulas, (aulas geminadas 3, 4 e 5), a professora inicialmente resgatou com os estudantes os conceitos de reações exotérmicas e reações endotérmicas trabalhados no momento anterior. Em seguida, ela desenhou no quadro dois diagramas de energia, um representativo de uma reação exotérmica e outro de uma reação endotérmica para abordar os conceitos de: reação exotérmica, reação endotérmica, calor de reação, entalpia, variação de entalpia, entalpia padrão de formação e energia de ligação. Posteriormente, professora e estudantes assistiram a um vídeo, uma reportagem do Globo Repórter que trata de relações entre combustíveis automotivos, poluição do ar e qualidade de vida em quatro grandes cidades do mundo. Por fim, após a apresentação do vídeo, a professora iniciou um debate com os estudantes sobre a reportagem e sobre outros aspectos, como, por exemplo, combustíveis mais poluentes, a ineficiência do transporte público no Recife e soluções para minimizar a poluição do ar decorrente da queima dos combustíveis automotivos.

A professora trabalhou os conceitos científicos da Termoquímica articulados ao contexto tecnológico, quando abordou o funcionamento do motor de combustão de quatro tempos, e ao contexto social, quando, por exemplo, tratou as implicações sociais e ambientais da queima de combustíveis em motores automotivos. Portanto, a sequência de aulas da professora tem características de uma abordagem CTS na medida em que houve uma articulação entre as dimensões científica, tecnológica e social (SOLOMON, 1988; GARCÍA *et al*., 1996; TEIXEIRA, 2003).

A organização dos conteúdos na sequência de aulas da professora está representada conforme a figura a seguir (Figura 06):

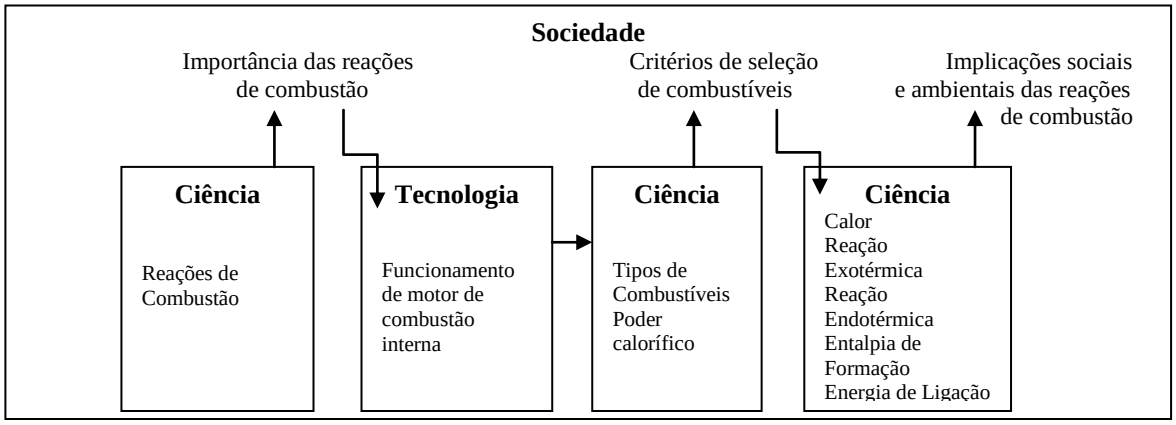

Figura 06: Organização dos conteúdos na sequência de aulas da professora numa abordagem CTS

Seguindo a figura 06, a organização dos conteúdos na sequência de aulas da professora difere daquela em os temas sociais são pontos de partida e chegada (AIKENHEAD, 1994; SANTOS e SCHNETZLER, 1997), dado que a professora partiu da dimensão científica. Nesse sentido, a abordagem CTS vivenciada na sala de aula da professora pode se enquadrar na categoria 4 proposta no quadro 3 (página 40), aquela em que os temas CTS são abordados para organizar os conteúdos científicos (AIKENHEAD, 1994).

Para analisarmos a construção discursiva da professora, apresentamos a seguir a sequência de aulas organizada em um mapa de atividades com os objetivos de caracterizá-la considerando o tempo gasto em cada atividade, as atividades vivenciadas, os objetivos identificados, os temas abordados, as instâncias CTS presentes e mostrarmos o contexto de produção das interlocuções entre a professora e os estudantes.

Como mencionado na metodologia, para a elaboração do mapa de atividades da sequência de aulas da professora, foram selecionadas sete atividades. Foram consideradas aquelas atividades de natureza conceitual que "dizem respeito à leitura de um texto, realização de anotações no caderno, discussão e troca de ideias e à construção, compartilhada ou não, de explicações" (MARTINS, 2006, p. 310). Consequentemente, as atividades de gerenciamento da professora durante a sequência de aulas, como, por exemplo, dividir os estudantes em grupos e distribuir os livros para leitura do texto, não foram consideradas na elaboração do mapa de atividades.

Portanto, o mapa de atividades foi elaborado considerando atividades referentes, por exemplo, às discussões sobre conceitos científicos, à apresentação de vídeos e à leitura do texto, conforme mostramos a seguir (Quadro 12).

Quadro 12: Mapa de atividades da sequência de aulas da professora

Tempo	Atividades	Objetivos identificados	Temas	Instâncias CTS	Comentários
1º Momento (Aulas 1 e 2)					
5'38''	Aula expositiva.	Trabalhar o conceito de reações de combustão. Situar a Termoquímica no estudo das reações químicas. Inserir a reação de combustão em motores automotivos.	Reação de Combustão Transformação Química Energia térmica Energia luminosa Calor Termoquímica Reação de Combustão em motores automotivos	Ciência Sociedade	Poucos estudantes participam ativamente da aula.
	Apresentação e explicação de vídeo.	Explicar o funcionamento de um motor automotivo de	Etapas do funcionamento do motor de combustão	Tecnologia Ciência	Os estudantes participam ativamente.

3’52’’		combustão interna.	interna de quatro tempos: Admissão Compressão Combustão/Expansão Escape		A professora explica o passo a passo do funcionamento do motor
12’45’’	Leitura do texto em grupos.	Informar sobre diferentes tipos de combustíveis. Relacionar os diferentes combustíveis com os respectivos poderes caloríficos. Apresentar critérios para a escolha de combustíveis automotivos.	Combustíveis Poder calorífico Gases poluentes Questão ambiental Regulagem de motor automotivo	Ciência Tecnologia Sociedade	Os estudantes organizados em grupos fizeram a leitura do texto. A professora gerenciava a atividade, visitando os grupos quando solicitada.
25’30’’	Debate sobre o texto.	Debater sobre diferentes critérios na escolha de combustíveis automotivos.	Diferentes combustíveis Questão ambiental Gases Poluentes Regulagem do motor automotivo Poder calorífico	Ciência Tecnologia Sociedade	Alguns estudantes participam da discussão.
	Aula expositiva.	Trabalhar conceitos científicos.	Calor Unidades de medida Caloria Calorímetro Reação Exotérmica Reação Endotérmica	Ciência	A professora trabalha os conceitos científicos sistematizando-os no quadro branco.
2º Momento (Aulas 3, 4 e 5)					
45’	Aula expositiva.	Trabalhar conceitos científicos.	Reação Exotérmica Reação Endotérmica Calor de Reação Entalpia Variação de Entalpia Entalpia Padrão de Formação Energia de Ligação	Ciência	A professora trabalha os conceitos científicos sistematizando-os no quadro branco.
10’	Apresentação de vídeo.	Abordar relações entre queima de combustíveis e poluição do ar.	Poluição do ar Queima de combustíveis Motor automotivo Qualidade do ar Gases tóxicos Problemas de saúde	Ciência Tecnologia Sociedade	Professora e estudantes assistem ao vídeo com atenção e silencio.
50’	Debate sobre o vídeo.	Debater aspectos apresentados no vídeo buscando soluções para a poluição do ar decorrente da queima de combustíveis automotivos.	Poluição ambiental Gases poluentes Combustíveis poluentes Poder calorífico Critério econômico Critério ambiental Regulagem de motor automotivo Rodízio de automóveis Soluções alternativas	Ciência Tecnologia Sociedade	A maioria dos estudantes participa ativamente da discussão

Das atividades apresentadas no mapa, cinco episódios de ensino-aprendizagem foram extraídos para análise. Considerando episódio de ensino-aprendizagem como "o conjunto de enunciados que cria o contexto para a emergência de um determinado significado ou de alguns significados relacionados" (AMARAL e MORTIMER, 2006, p. 257), o critério de seleção dos episódios tomou por base o conjunto de enunciados que criou o contexto para a reconstrução de significados de conceitos científicos de base da Termoquímica, quais sejam: calor, reação exotérmica, reação de combustão, reação endotérmica, entalpia, entalpia de formação, entalpia de combustão, e energia de ligação.

Portanto, os episódios de ensino-aprendizagem analisados nesta investigação foram: "Trabalhando o conceito de reação de combustão" (Episódio 1); "Trabalhando o conceito de calor" (Episódio 2); "Trabalhando os conceitos de reação exotérmica e reação endotérmica" (Episódio 3); "Trabalhando o conceito de entalpia de formação" (Episódio 4); e "Trabalhando o conceito de energia de ligação" (Episódio 5).

A seguir, analisamos a construção discursiva da professora quando trabalhou conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS ao longo dos cinco episódios de ensino-aprendizagem. Para tanto, tomamos por base fundamentos da Teoria Semiolinguística, os quais consistem em inferir as características dos comportamentos linguageiros (o como dizer) em função das características da situação concreta de comunicação (CHARAUDEAU, 2005).

No movimento analítico da construção discursiva da professora foram consideradas, inicialmente, as características da situação de comunicação em que emergiram as interlocuções entre a professora e os estudantes. Em outras palavras, foram consideradas as restrições situacionais, aquelas que decorrem da situação de comunicação, têm como função construir o discurso e são provenientes das identidades psicossociais dos parceiros, da finalidade comunicativa, do propósito ou universo de discurso, e das circunstâncias materiais (CHARAUDEAU, 2009). Essas restrições situacionais correspondem ao que Charaudeau (2004) chama de dados externos, "aqueles que, no campo de uma prática social determinada, são constituídos de regularidades comportamentais dos indivíduos que aí efetuam trocas e pelas constantes que caracterizam essas trocas e permanecem estáveis por um determinado período (...)" (CHARAUDEAU, 2009, p. 68).

Nessa direção, consideramos inicialmente, as identidades psicossociais e as circunstâncias materiais, pois foram categorias invariantes cujas características se mantiveram constantes em todos os episódios.

Quanto às identidades psicossociais, aquelas definidas em termos de sua natureza social e psicológica, "por uma convergência de traços personológicos de idade, sexo, etnia,

etc., de traços que sinalizam o *status* social, econômico e cultural e que indicam a natureza ou estado afetivo dos parceiros" (CHARAUDEAU, 2009, p. 69), percebemos que a construção discursiva da professora emergiu em função de identidades psicossociais bem definidas, visto que em uma situação de comunicação de sala de aula, as identidades psicossociais do professor e dos estudantes são reconhecidas e institucionalmente legitimadas (CHARAUDEAU, 1993).

A professora legitimada institucionalmente como detentora do saber (pré-condição social), que deve possuir as competências de saber (ter o domínio de conhecimentos químicos) e de saber fazer (ter o domínio de um saber transmitir esses conhecimentos), e ter como objetivos ensinar conhecimentos da Química, nesse caso, numa abordagem CTS, avaliar a aprendizagem dos conhecimentos pelos estudantes e captar dificuldades envolvidas no processo de ensino-aprendizagem (CHARAUDEAU, 1993). E os estudantes, concebidos institucionalmente como aqueles em estado de saber lacunar (pré-condição social) que estão ainda em formação e devem ter como objetivos aprender, mostrar habilidades e testemunhar interesse (CHARAUDEAU, 1993).

Um primeiro registro da influência dessas identidades psicossociais na construção discursiva da professora foi uma distribuição assimétrica dos turnos de fala, visto que dos 595 turnos de fala constitutivos dos cinco episódios, 446 ou 75% foram representativos da fala da professora e 149 ou 25% da fala dos estudantes, conforme gráfico a seguir (Gráfico 01).

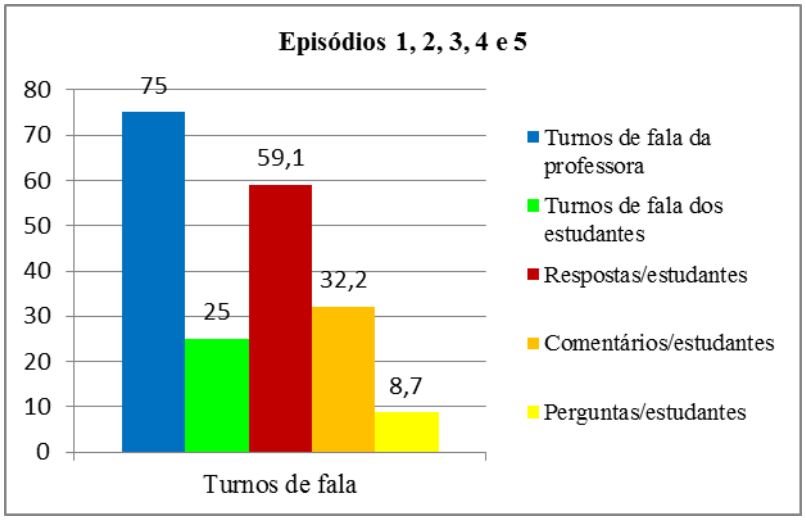

Gráfico 01: Distribuição dos turnos de fala ao longo dos episódios 1, 2, 3, 4 e 5.

Portanto, a professora manteve visivelmente o domínio dos turnos de fala durante as interlocuções com os estudantes, e estes, por sua vez, mantiveram uma posição mais passiva, com menor turno de fala ao longo de todos os episódios.

Um segundo registro da influência das identidades psicossociais na construção discursiva da professora refere-se ao uso dos turnos de fala pelos estudantes. Constatamos três situações sobre as quais os estudantes se expressaram. Dos 149 turnos de fala dos estudantes, 88 turnos ou 59,1% contemplaram respostas às perguntas feitas pela professora, 48 turnos ou 32,2% corresponderam aos comentários sobre aspectos diversos, e 13 turnos ou 8,7% foram relativos às perguntas feitas para a professora. Ainda considerando os dados do Gráfico 01, a maioria dos turnos correspondentes às falas dos estudantes foi usada para responder as perguntas da professora.

Tais comportamentos da professora e dos estudantes, ou seja, manter o domínio dos turnos de fala em sala de aula e falar para responder às perguntas da professora, respectivamente, são evidências da influência das identidades psicossociais reconhecidas e legitimadas para o professor e estudantes numa situação de comunicação de sala de aula e expõem bem a forte regulação do discurso didático que visa manter sua legitimidade através de uma relação de força historicamente constituída (EMEDIATO, 2006).

Quanto às circunstâncias materiais, entendidas como o conjunto de características do ambiente em que se inscreve o ato de comunicação em termos dos lugares físicos ocupados pelos parceiros da troca e dos meios de transmissão (CHARAUDEAU, 2009), constatamos que a construção discursiva da professora emergiu de uma situação de comunicação na qual os parceiros (professora e estudantes) estavam presentes fisicamente um ao outro, o contrato de comunicação permitia a troca linguageira, o canal de transmissão era predominantemente oral (embora a professora tenha feito uso de outros códigos semiológicos, tais como: da linguagem escrita, ao registrar definições no quadro branco; de imagens, ao apresentar os vídeos; e de gráficos, ao representar graficamente reação exotérmica e reação endotérmica por diagramas de energia), e o locutor (por exemplo, a professora) poderia perceber imediatamente as reações do interlocutor (por exemplo, os estudantes) (CHARAUDEAU, 2008a). Em outras palavras, emergiu de uma situação de comunicação interlocutiva.

Identificamos a influência das circunstâncias materiais na construção discursiva da professora em todos os episódios analisados.

Ilustramos um exemplo dessa influência no episódio 1 (turnos 106 a 126):

"106-P: O que a gente viu que era necessário para que haja a reação de combustão? O que foi que entrou ali, naquela válvula de admissão?

107-P: Entrou o...

108-E_1: Combustível.

109-P: Combustível.

110-E_3: E o ar que entrou também não é professora?

111-P: Espere aí, tenha calma.

112-P: Entrou o combustível, que pode ser a gasolina, pode ser o álcool, pode ser o diesel, pode ser o hidrogênio, pode ser gás metano, então, depende. Ok?

113-P: E entrou o ar. Então o ar é o comburente.

(()) A professora vai escrevendo no quadro os elementos constituintes do processo de combustão.

114-P: Combustível mais comburente que é o ar...

115-P: E só juntando os dois vai haver a combustão?

116-E_1: Não. Tem que ter...

117-P: O que foi que teve?

118-E_1: A faísca.

119-P: A faísca não é?

120-P: Então, é uma fonte de ignição.

121-P: Aquela centelha.

122-E_1: E o comburente?

123-E_3: O comburente é o ar.

124-E_1: Sim, mas é só o ar que é o comburente? O que é um comburente, professora?

125-$E_{3:}$ Ar é comburente.

126-P: É uma mistura gasosa com o oxigênio. Vai propiciar a combustão."

A professora perguntou aos estudantes sobre o que é necessário para a ocorrência de uma reação de combustão (trecho do turno 106), visando destacar os componentes desse tipo de reação: combustível, comburente e a fonte de ignição. Em determinado momento um estudante perguntou: E_1 - Sim, mas é só o ar que é o comburente? O que é um comburente, professora? (turno 124). O questionamento do estudante E_1 influenciou na construção discursiva da professora na medida em que ela, a partir desse questionamento, precisou definir o que é comburente: P - É uma mistura gasosa com o oxigênio. Vai propiciar a combustão (turno 126) e não apenas exemplificá-lo, como havia feito anteriormente (turnos 113 e 114).

Portanto, a transcrição mostra evidência da influência das circunstâncias materiais na construção discursiva da professora quando trabalhou o conceito de reação de combustão, ou seja, mostrou que a situação de comunicação interlocutiva entre a professora e os estudantes implicou para primeira a complementação de informações sobre a reação de combustão.

Vejamos outro exemplo da influência das circunstâncias materiais no episódio 2 (turnos 293 a 307):

"293-E_1: E quando a gente come uma coisa que tem tantas calorias, como se aplica calorias e esse calor?

294-P: Justamente. Aquelas calorias que você tem é o valor energético. Se você come, come, come e não faz nenhuma atividade física, o que acontece?

295-E_1: A gente engorda.

296-P: Se a pessoa comer a mesma quantidade e fizer um exercício físico, uma esteira, uma bicicleta, não tá queimando?

297-P: O que eu disse a vocês, todo alimento que a gente ingere, se transforma em...

298-E_1: Fezes.

(()) Todos sorriem neste momento.

299-E_1: Mas, não tá errado não.

300-P: Não. Uma parte vai se transformar em fezes, porque não foi absorvido para se transformar em energia. Por que não serviu para o nosso corpo. Então, o que serve para o nosso corpo, vai ser transformado em...

301-E_1: Energia.

302-P: Energia.

303-P: Se você não tá transformando essa energia, essa energia tá se acumulando em gordura.

304-E_3: Então, no caso, Ranielli, tem muita energia.

(()) Todos sorriem.

305-P: Quando você faz um regime, você tem que balancear a quantidade de calorias que você vai ingerir. Fazer regime não é tomar água e deixar de comer não, por exemplo.

306-P: Viu Gerlândio, fazer regime não é tomar água e deixar de comer não.

307-P: Agora, cada pessoa precisa de uma quantidade diferente".

O questionamento do estudante E_1: E quando a gente come uma coisa que tem tantas calorias, como se aplica calorias e esse calor? (turno 293) influenciou a construção discursiva da professora à medida que ela foi levada a explicar, a partir desse questionamento, a relação entre a quantidade de calorias dos alimentos e a necessidade da atividade física para balancear a quantidade de calorias absorvida (turnos 294 a 307). Portanto, o trecho transcrito mostra evidência da influência das circunstâncias materiais na construção discursiva da professora quando trabalhou o conceito de calor, ou seja, mostrou que a situação de comunicação interlocutiva entre a professora e os estudantes implicou para primeira a inserção de informações sobre calorias e alimentação.

Vejamos um terceiro exemplo da influência das circunstâncias materiais no episódio 3 (turnos 404 a 413):

"404-P: Podemos então determinar se a reação é exotérmica observando essa variação de energia.

405-P: O que é que acontece na reação exotérmica?

406-P: O que é que acontece com delta agá?

407-P: O que é o delta agá?

408-P: O que é uma variação de entalpia?

409-P: Como a gente mede ela?

410-P: A entalpia do produto menos a do reagente.

411-E_3: Dê um exemplo.

412-P: Olhe para o diagrama.

413-P: Como é que vai ser esse delta agá aqui?"

Nesse momento, a professora expondo o conceito de reação exotérmica, introduziu a ideia de que a variação de entalpia de uma reação química pode indicar se ela é exotérmica, e

o estudante E_3 propôs que ela (a professora) exemplificasse uma reação é exotérmica através da variação de entalpia (turno 411). Portanto, o trecho transcrito acima mostra a influência das circunstâncias materiais na construção discursiva da professora quando trabalhou o conceito de reação exotérmica, ou seja, mostrou que a situação de comunicação interlocutiva entre a professora e os estudantes implicou para primeira a exemplificação de uma reação exotérmica considerando a variação de entalpia.

Em conjunto, os exemplos citados são evidências da influência das circunstâncias materiais na construção discursiva da professora à medida que ela, para atender aos questionamentos, às dúvidas ou aos comentários dos estudantes, foi levada a antecipar informações, inserir outras, retificar algumas ou apenas complementá-las.

Diferentemente das categorias acima discutidas (identidades psicossociais e circunstâncias materiais), a análise da construção discursiva da professora em relação às demais categorias da dimensão situacional (finalidades comunicativas e propósitos) e às categorias da dimensão discursiva (atitudes enunciativas e atitudes enuncivas) foi feita considerando cada episódio separadamente. Embora essas análises tornem o texto repetitivo, foram necessárias, visto que estas categorias, sendo variantes, poderiam ter diferentes perspectivas ao longo dos cinco episódios.

A seguir, apresentamos a análise da construção discursiva da professora em cada um dos episódios de ensino-aprendizagem.

5.1 **Episódio 1**: Trabalhando o conceito de Reação de Combustão

O episódio 1 apresenta o momento em que a professora trabalhou com os estudantes o conceito científico de reação de combustão. “Combustão (queima) é uma reação química que ocorre entre um material combustível (material inflamável), (...) como álcool etílico, (...), e um comburente, normalmente oxigênio, na presença de energia (calor)” (FONSECA, 2010, p. 103).

No estudo da Termoquímica, reconstruir significado para o conceito científico de reação de combustão é relevante, por exemplo, para os estudantes compreenderem esse tipo de transformação química como uma das fontes de energia disponíveis. Por exemplo: é a combustão (queima) da gasolina (combustível) que gera energia necessária para o funcionamento de um motor automotivo.

Adicionalmente, considerando o tema da sequência de aulas “Combustíveis *versus* Poluição atmosférica”, reconstruir significado para o conceito de reação de combustão pode

contribuir, por exemplo, para o entendimento de que durante a combustão de combustíveis fósseis são produzidos determinados gases que contribuem para aumentar a poluição atmosférica.

Considerando que a abordagem do conceito de reação de combustão ocorreu em diferentes momentos, o episódio 1 foi dividido em dois segmentos: os segmentos 1.1 e 1.2.

O segmento 1.1 (turnos 1 a 78) apresenta o momento em que a professora: i) verificou o que os estudantes sabiam sobre combustão (turnos 1 a 5); ii) classificou reação de combustão como uma transformação química (turnos 6 a 14); iii) identificou os tipos de energia envolvidos em reações de combustão (turnos 15 a 42); iv) apresentou a definição de reação de combustão (turnos 43 a 47); v) situou o objeto de estudo da Termoquímica (turnos 48 e 56); vi) indagou os estudantes sobre reações de combustão importantes no dia-a-dia, articulando esse tipo de reação com a produção de energia advinda dos alimentos; e vii) direcionou as questões para as reações de combustão que ocorrem em motores automotivos (turnos 57 a 78), conforme transcrição abaixo:

"1-P: Esse é o assunto da nossa aula de hoje. Ok?

2-P: Reações de combustão e termoquímica.

3-P: Alguém tem uma ideia do que é combustão?

4-E_1: Queima de combustível.

5-P: Queima de combustível.

6-P: Vocês já estudaram as transformações físicas e químicas, não é isso?

7-P: Quando a gente tem uma reação de combustão, que transformação é essa?

8-E_1: Química.

9-P: O que é que ocorre na combustão?

10-ES: Queima **(II)**

11-P: Queima, não é?

12-P: Então, quando ocorre a queima, o que é que você pode perceber?

13-P: O que acontece?

14-E_1: Há uma mudança irreversível.

15-P: Uma mudança irreversível e acontece mais o quê?

16-E_2: Energia.

17-P: Gera energia.

18-P: De que forma essa energia?

19-E_1: Química.

20-P: Energia química.

21-P: Mas como você observa que gerou energia?

22-E_1: Energia térmica.

23-P: Térmica.

24-P: Então, a gente tem calor.

25-P: E tem outra forma também que você observa de energia.

26-P: O que você vê?

27-E_1: Ela quer forçar. Acho que toda professora de química é igual.

28-P: Lógico.

29-P: É um fenômeno que você observa, que você vê. Então, vamos ver aqui.

30-P: O que acontece?

31-P: Tem calor e o que mais?

32-E_1: Temperatura.

33-P: Temperatura é calor, não é?

34-P: Outra forma de energia?

35-P: O que é que você observa?

36-E_1: Fogo.

37-P: O fogo. Então é uma energia...

38-E_4: Positiva.

39-P: Se você tiver no escuro e acende o fogo, o que acontece?

40-ES: Luz. **(II)**

41-P: Luz.

42-P: Então, tem uma energia também luminosa. A gente vai ter energia térmica e energia luminosa.

43-P: Então, o que é combustão?

44-P: É uma reação, não é? Ou um processo, uma transformação química, onde você vai ter a formação de...

45-P: Você vai ter a liberação de energia em forma de luz e...

46-ES: Calor. **(II)**

47-P: Calor. Ok?

48-P: E o que é a termoquímica?

49-P: Por esse nome, o que é que vocês acham que é a termoquímica?

50-ES: Termo... **(II)**

51-P: Termo, temperatura, não é?

52-E_4: Temperatura e calor.

53-P: Seria o estudo de quê?

54-E_1: Da temperatura e substâncias.

55-P: Então, a termoquímica vai estudar as transformações químicas que envolvem essas transferências de calor.

56-P: Então, a termoquímica, ela vai estudar de uma maneira geral, as reações químicas, as transformações químicas que envolvem transferência de calor e uma das reações importantes nesse assunto, é a reação de combustão, não é?

57-P: Vocês conseguem ver, das reações de combustão, qual é a importância, na vida da gente, na vida prática, das reações de combustão, de uma maneira geral?

58-E_1: Ah são várias: acender o cigarro, cozinhar,...

59-P: Acender o cigarro?

60-E_1: Ah! Depende da necessidade de cada um.

61-P: O fogo não é?

62-E_1: Cada um queima o seu.

63-P: Pois é.

64-P: E como é que a gente na verdade usa a energia de nosso corpo?

65-E_1: Calor humano. Esquentar um ao outro.

66-P: Não. A energia... Você se alimenta. Se você não se alimentar, você fica forte?

67-ES: Não **(II).**

68-P: Fica fraco. Você precisa se alimentar. O alimento vai lhe dar energia.

69-P: Mas, existe uma reação muito importante de combustão e que tá presente na vida de todo mundo, que é a reação de combustão onde esse calor, essa energia na forma de calor, vai ser convertido numa energia mecânica.

70-P: Alguém tem ideia?

71-E_4: Não.

72-E_3: Como assim, professora?

73-P: A energia química produzida na combustão vai se transformar numa energia mecânica. Em que isso está presente na vida da gente?

74-E_1: No carro.

75-P: No carro.

76-P: O motor do carro, ele só funciona quando tem... O motor vai funcionar e ele vai precisar de quê?

77-P: De um combustível, não é?

78-P: Então, a reação que ocorre no motor do carro é uma reação de combustão. Ele (o motor automotivo) transforma essa energia, esse calor que é gerado, em uma energia mecânica que vai então, fazer o funcionamento do motor e consequentemente, do carro".

O segmento 1.2, apresenta o momento em que a professora retomou o conceito de reação de combustão. Essa retomada aconteceu após a apresentação das etapas de funcionamento de um motor automotivo de combustão interna de quatro tempos a partir do vídeo intitulado "Funcionamento de um motor de quatro tempos".

Neste vídeo, inicialmente, é apresentado o desenho do cilindro do motor com o indicativo de suas partes: válvula de admissão, pistão, combota, cárter e válvula de escape. Em seguida, com o desenho em movimento, é narrado o que ocorre em cada uma das etapas de funcionamento do motor. Finalmente, o vídeo mostra as quatro etapas de funcionamento do motor de forma dinâmica e articulada.

A professora, com o uso do vídeo, explicou aos estudantes o passo-a-passo do funcionamento de um motor automotivo de combustão interna, considerando as seguintes etapas: admissão – entrada da mistura gasosa combustível-ar no cilindro; compressão – compressão da mistura gasosa combustível-ar pela movimentação do pistão no cilindro; combustão/expansão – combustão da mistura gasosa combustível-ar iniciada por uma faísca de vela (vela de ignição); e escape – expulsão dos gases da combustão da mistura gasosa combustível-ar pela válvula de escape devido à movimentação do pistão.

O segmento 1.2 (turnos 106 a 136) apresenta o momento em que a professora: i) trabalhou os componentes necessários para a ocorrência de uma reação de combustão (turnos 106 a 126); ii) apresentou a definição de combustível (turnos 127 a 129); e iii) retomou a questão da produção de energia luminosa e energia térmica envolvidas nas reações de combustão (turnos 130 a 136), conforme transcrito a seguir:

"106-P: O que a gente viu que era necessário para que haja a reação de combustão? O que foi que entrou ali, naquela válvula de admissão?

107-P: Entrou o...

108-E_1: Combustível.

109-P: Combustível.

110-E_3: E o ar que entrou também não é professora?

111-P: Espere aí, tenha calma.

112-P: Entrou o combustível, que pode ser a gasolina, pode ser o álcool, pode ser o diesel, pode ser o hidrogênio, pode ser gás metano, então, depende. Ok?

113-P: E entrou o ar. Então o ar é o comburente.

(()) A professora vai escrevendo no quadro os elementos constituintes do processo de combustão.

114-P: Combustível mais comburente que é o ar.

115-P: E só juntando os dois vai haver a combustão?

116-E_1: Não. Tem que ter...

117-P: O que foi que teve?

118-E_1: A faísca.

119-P: A faísca não é?

120-P: Então, é uma fonte de ignição.

121-P: Aquela centelha.

122-E_1: E o comburente?

123-E_3: O comburente é o ar.

124-E_1: Sim, mas é só o ar que é o comburente? O que é um comburente, professora?

125-E_3: Ar é comburente.

126-P: É uma mistura gasosa com o oxigênio. Vai propiciar a combustão.

127-P: O combustível pode ser qualquer um desses que a gente conhece. Além desses combustíveis que a gente conhece, que tem no posto, também existem outros combustíveis, por exemplo...

128-E_1: Lenha.

129-P: A lenha é um combustível. Então, são matérias orgânicas que têm carbono, ou no caso, os combustíveis que contêm carbono, mais o oxigênio, que é o comburente, mais a fonte de ignição.

130-P: Então, o que vai produzir?

131-E_3: Oi?

132-P: O que é que se produz na combustão?

133-E_1: A senhora disse que é a energia, esqueci o nome. A luz...

134-P: Mais luz.

135-P: E mais o quê?

136-E_1: Calor."

Analisamos o *corpus* do episódio 1 buscando compreender a construção discursiva da professora quando trabalhou o conceito científico de reação de combustão. Como mencionado anteriormente, no movimento analítico foram consideradas as finalidades comunicativas e os propósitos (dimensão situacional) e atitudes enunciativas e atitudes enuncivas (dimensão discursiva).

Quanto à finalidade comunicativa, relativa à intencionalidade psico-sócio-discursiva que determina a expectativa do ato de linguagem do sujeito falante e, por conseguinte, da própria troca linguageira (CHARAUDEAU, 2010), iniciamos a análise da construção discursiva da professora segundo suas visadas comunicativas, aquelas definidas por um duplo critério: a intenção pragmática do "eu" em relação à posição que ele ocupa frente ao "tu" e a posição que, da mesma forma, "tu" deve ocupar (CHARAUDEAU, 2004). Nessa perspectiva, identificamos neste episódio duas visadas comunicativas: a visada de informação, aquela em que o "eu" quer fazer saber e está legitimado em sua posição de saber (CHARAUDEAU, 2004); e a visada de demonstração, aquela em que o "eu" quer estabelecer uma verdade e mostrar as provas e está legitimado em sua posição de autoridade (CHARAUDEAU, 2004).

Percebemos a visada de informação quando a professora teve a intenção de transmitir aos estudantes conhecimentos sobre: i) reação de combustão (turnos 3 a 47); ii) sobre o objeto de estudo da Termoquímica (turnos 48 a 56); iii) sobre a relação entre reação de combustão e produção de energia advinda dos alimentos (turnos 64 a 68); iv) sobre a reação de combustão que ocorre em motores automotivos (turnos 57 a 78); v) sobre os componentes necessários para a ocorrência de uma reação de combustão (turnos 106 a 126); vi) sobre o que é combustível e comburente (turnos 127 a 129); e vii) sobre a produção de energia luminosa e de energia térmica durante as reações de combustão (turnos 130 a 136).

Vejamos a seguir, um exemplo da visada de informação (turnos 69 a 75):

"69-P: Mas, existe uma reação muito importante de combustão e que tá presente na vida de todo mundo, que é a reação de combustão onde esse calor, essa energia na forma de calor, vai ser convertido numa energia mecânica.

70-P: Alguém tem ideia?

71-E_4: Não.

72-E_3: Como assim, professora?

73-P: A energia química produzida na combustão vai se transformar numa energia mecânica. Em que isso está presente na vida da gente?

74-E_1: No carro.

75-P: No carro."

A professora afirmou para os estudantes que existe uma reação de combustão muito importante pela qual a energia produzida é convertida em energia mecânica (turno 69) e, em seguida, perguntou aos mesmos se eles tinham alguma ideia sobre esse fato (turnos 70). Nesse momento, a professora quis um fazer saber (fazer com que os estudantes soubessem que a energia produzida na combustão em motores automotivos é convertida em energia mecânica), estando legitimada em sua posição de saber (ela é a professora), e os estudantes em sua posição de dever saber.

A visada de demonstração foi identificada no momento em que a professora desencadeou relações de causa e efeito entre a reação de combustão e a formação de energia luminosa e térmica. Ilustramos um exemplo da visada de demonstração a seguir (turnos 9 a 42):

"9-P: O que é que ocorre na combustão?

10-ES: Queima **(II)**

11-P: Queima, não é?

12-P: Então, quando ocorre a queima, o que é que você pode perceber?

13-P: O que acontece?

14-E_1: Há uma mudança irreversível.

15-P: Uma mudança irreversível e acontece mais o quê?

16-E_2: Energia.

17-P: Gera energia.

18-P: De que forma essa energia?

19-E_1: Química.

20-P: Energia química.

21-P: Mas como você observa que gerou energia?

22-E_1: Energia térmica.

23-P: Térmica.

24-P: Então, a gente tem calor.

25-P: E tem outra forma também que você observa de energia.

26-P: O que você vê?

27-E_1: Ela quer forçar. Acho que toda professora de química é igual.

28-P: Lógico.

29-P: É um fenômeno que você observa, que você vê. Então, vamos ver aqui.

30-P: O que acontece?

31-P: Tem calor e o que mais?

32-E_1: Temperatura.

33-P: Temperatura é calor, não é?

34-P: Outra forma de energia?

35-P: O que é que você observa?

36-E_1: Fogo.

37-P: O fogo. Então é uma energia...

38-E_4: Positiva.

39-P: Se você tiver no escuro e acende o fogo, o que acontece?

40-ES: Luz. **(II)**

41-P: Luz.

42-P: Então, tem uma energia também luminosa. A gente vai ter energia térmica e energia luminosa."

A professora perguntou aos estudantes sobre o que ocorre na reação de combustão (turno 9) e na sequência, foi desencadeando um conjunto de enunciados numa relação de causalidade para provar que neste tipo de transformação química há produção de energia térmica e luminosa. Nesse momento, a professora quis estabelecer uma verdade (sobre reação de combustão) e mostrar evidências (pela presença de calor e luz), estando legitimada em sua posição de autoridade de saber (ela é a professora), e os estudantes, por sua vez, se encontram na posição de ter que receber essa verdade sobre as reações de combustão.

Em síntese, a construção discursiva da professora no episódio "Trabalhando o conceito de Reação de Combustão", foi orientada por duas finalidades comunicativas: um fazer saber (informar) e um fazer crer (demonstrar verdades com provas).

Quanto aos propósitos, concebidos como os referentes do discurso (CHARAUDEAU, 2009), as interlocuções entre a professora e os estudantes ocorreram em torno do conceito científico de reação de combustão. Para trabalhar o conceito de reação de combustão como uma transformação química entre um combustível e um comburente que envolve produção de energia luminosa e energia térmica, a professora lançou mão de outros fatos e/ou conceitos científicos, conforme figura a seguir (Figura 07).

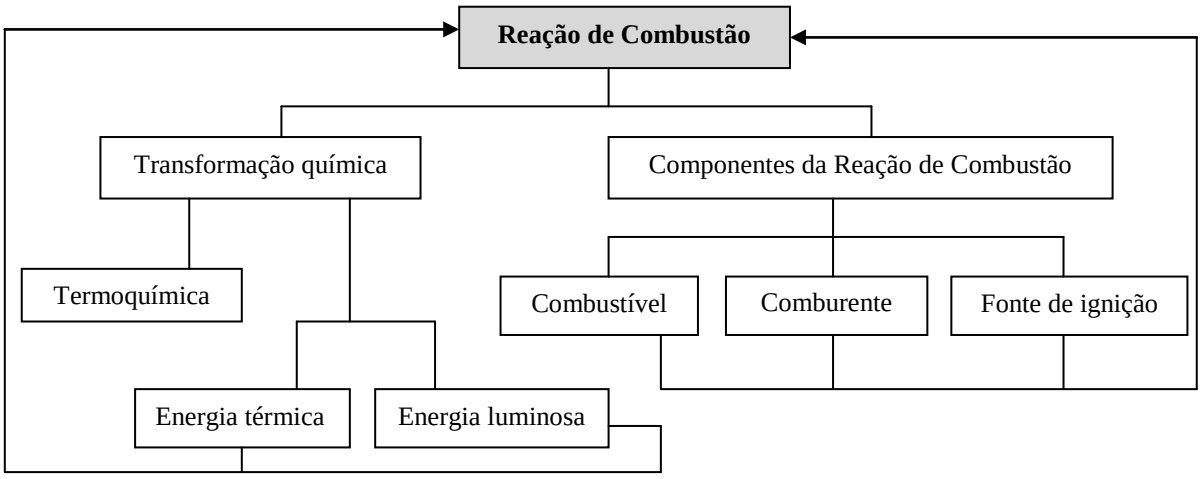

Figura 07: Representação da articulação entre o conceito de reação de combustão e outros fatos e/ou conceitos científicos

Segundo a Figura 07, o conceito de reação de combustão neste episódio foi um macrotema porque representou o domínio do saber tratado nas interlocuções (CHARAUDEAU, 2009), seguido de fatos e/ou conceitos científicos, tais como: i) transformações químicas como processos irreversíveis; ii) energia térmica e energia luminosa como produtos de reações de combustão; iii) termoquímica como estudo das transformações químicas que envolvem transferência de calor; e iv) os componentes da reação de combustão: combustível, comburente e fonte de ignição.

Após a análise das finalidades comunicativas e dos propósitos do episódio 1, mudamos o movimento de análise que empregamos até aqui. Considerando que mesmo sobredeterminado pelas restrições situacionais, o sujeito falante dispõe de uma margem de manobra que lhe permite "distinguir-se por sua maneira de tomar a palavra, de estabelecer sua relação com o outro e de tematizar seu propósito" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 273) em um ato de individuação (CHARAUDEAU, 2004), tratamos agora em diante do que Charaudeau (2009, p. 70) chama de dados internos, ou seja, o "conjunto dos comportamentos linguageiros esperados quando os dados externos da situação de comunicação são percebidos, depreendidos, reconhecidos".

Portanto, continuamos o movimento analítico do *corpus* deste episódio evidenciando as estratégias discursivas, aquelas relacionadas aos modos de organização do discurso (enunciativo, descritivo, narrativo e argumentativo) (CHARAUDEAU, 2008a).

Sobre o modo enunciativo, analisamos as atitudes enunciativas da professora, visando compreender como esta estabeleceu relação de influência sobre os estudantes (atitudes enunciativas alocutivas), como expressou seus pontos de vista (atitudes enunciativas elocutivas) e como estabeleceu relação com outros discursos (atitudes enunciativas delocutivas). Para tanto, tomamos por base as categorias modais propostas por Charaudeau (2008a): interpelação, injunção, autorização, aviso, julgamento, sugestão, proposta, interrogação, petição (categorias modais alocutivas); constatação, opinião, apreciação, obrigação, promessa, proclamação (categorias modais elocutivas); e asserção e discurso relatado (categorias modais delocutivas).

Quanto às atitudes enunciativas alocutivas (CHARAUDEAU, 2008a), ou seja, como a professora enunciou diante dos estudantes, identificamos seis categorias modais alocutivas que estão descritas a seguir: interpelação, injunção, autorização, interrogação, aviso e julgamento.

Interpelação: quando a professora designou os estudantes como seus interlocutores através de uma identificação, mesmo que indeterminada, ao tempo em que atribuiu a si um

estatuto que a autoriza envolvê-los (CHARAUDEAU, 2008a). A interpelação foi percebida quando a professora se dirigiu aos estudantes através de pronomes de tratamento, pronomes indefinidos ou pronomes pessoais, tais como: você, vocês, a gente, alguém (turnos 3, 6, 7, 12, 21, 24, 25, 26, 29, 35, 39, 44, 45, 49, 57, 64, 66, 68, 69, 70, 73, 106, 127), conforme ilustramos a seguir (turnos 21 a 26):

"21-P: Mas como você observa que gerou energia?

22-E_1: Energia térmica.

23-P: Térmica.

24-P: Então, a gente tem calor.

25-P: E tem outra forma também que você observa de energia.

26-P: O que você vê?"

Trabalhando os tipos de energia envolvidos nas reações de combustão, a professora enunciou: P - Mas como você observa que gerou energia? (turno 21). Nesse momento, com o uso do termo você, ela se dirigiu aos estudantes como seus interlocutores esperando que os mesmos, ao se reconhecerem como tal, participassem das interlocuções, ao tempo em que atribuiu a si um estatuto que a autorizava a interpelá-los.

Injunção: quando a professora declarou uma ação ou comportamento para os estudantes executarem de modo imperativo, ao tempo que atribuiu a si um estatuto de poder (CHARAUDEAU, 2008a). A injunção foi percebida uma única vez neste episódio: quando a professora explicitamente expressou uma ordem ao estudante E_3 (turno 111), conforme exemplificamos a seguir (turnos 106 a 112):

"106-P: O que a gente viu que era necessário para que haja a reação de combustão? O que foi que entrou ali, naquela válvula de admissão?

107-P: Entrou o...

108-E_1: Combustível.

109-P: Combustível.

110-E_3: E o ar que entrou também não é professora?

111-P: Espere aí, tenha calma.

112-P: Entrou o combustível, que pode ser a gasolina, pode ser o álcool, pode ser o diesel, pode ser o hidrogênio, pode ser gás metano, então, depende. Ok?"

Quando a professora enunciou: P - Espere aí, tenha calma (turno 111), impôs um comportamento ao estudante E_3, ordenando-o que esperasse o momento certo para falar sobre o ar que entrou na válvula de admissão do motor automotivo de combustão interna, ou seja, para falar sobre o comburente. Nesse momento, ela queria destacar os diferentes tipos de combustíveis que poderiam ter entrado na válvula de admissão, e quando foi interrompida por E_3, aplicou a injunção para que ele esperasse o momento para falar de comburente.

Autorização: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma ação para os estudantes executarem, julgando-os aptos para fazerem ou dizerem, ao mesmo tempo em que, concedendo-lhes o direito de fazer ou dizer, atribuiu a si um estatuto de poder (CHARAUDEAU, 2008a). Registramos a autorização quando a professora, explícita ou implicitamente, através de interrogações ou de enunciados incompletos, permitiu aos estudantes expressarem-se (turnos 3, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 18, 21, 26, 30, 31, 33, 34, 35, 37, 39, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 53, 56, 57, 59, 61, 64, 66, 70, 72, 73, 76, 77, 106, 107, 112, 115, 117, 119, 127, 130, 132, 135), conforme exemplo abaixo (turnos 106 a 109):

"106-P: O que a gente viu que era necessário para que haja a reação de combustão? O que foi que entrou ali naquela válvula de admissão?

107-P: Entrou o...

108-E_1: Combustível.

109-P: Combustível."

Nesse momento, identificamos duas situações em que a professora permitiu que os estudantes se expressassem. Primeiro, quando a professora perguntou aos estudantes: P - O que a gente viu que era necessário para que haja a reação de combustão? O que foi que entrou ali naquela válvula de admissão? (turno 106). Esperando que eles respondessem ao questionamento, autorizou-os explicitamente a se expressarem. Segundo, quando a professora iniciou um enunciado e não o concluiu: P - Entrou o... (turno 107). Esperando que os estudantes completassem seu enunciado, autorizou-os implicitamente a se expressarem, como fez o estudante E_1: E_1 - Combustível (turno 108).

Interrogação: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma informação a adquirir pedindo aos estudantes que respondessem sobre algo, ao tempo em que, impondo-lhes o papel de interrogados atribuiu a si o direito de interrogar (CHARAUDEAU, 2008a). A interrogação foi identificada quando a professora lançou perguntas aos estudantes (turnos 3, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 18, 21, 26, 30, 31, 33, 34, 35, 39, 43, 44, 47, 48, 49, 51, 53, 56, 57, 59, 61, 64, 66, 70, 73, 77, 106, 112, 115, 119, 130, 132, 135), conforme ilustramos a seguir (turnos 3 a 5):

"3-P: Alguém tem uma ideia do que é combustão?

4-E_1: Queima de combustível.

5-P: Queima de combustível."

A professora em seu enunciado: P - Alguém tem uma ideia do que é combustão? (turno 3), interrogou os estudantes sobre o que eles entendiam por combustão, estabelecendo com seu enunciado uma informação a adquirir, ao tempo em que impondo aos estudantes o papel de interrogados e atribuiu a si o direito de questionar.

No quadro das interrogações feitas pela professora, identificamos dois tipos diferentes de interrogação: i) interrogações plenas, aquelas que requerem resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997); e ii) interrogações retóricas, aquelas que não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência do interlocutor (FÁVERO, 2000).

As interrogações plenas foram identificadas quando a professora solicitava explicitamente respostas dos estudantes (turnos 3, 7, 9, 12, 13, 15,18, 21, 26, 30, 31, 34, 35, 39, 43, 48, 49, 53, 57, 59, 64, 70, 73, 106, 117, 130, 132, 135), conforme ilustramos abaixo (turnos 130 a 136):

"130-P: Então, o que vai produzir?

131-E_3: Oi?

132-P: O que é que se produz na combustão?

133-E_1: A senhora disse que é a energia, esqueci o nome. A luz...

134-P: Mais luz.

135-P: E mais o quê?

136-E_1: Calor."

No trecho transcrito acima, temos exemplos de interrogações plenas. As perguntas da professora: P - O que é que se produz na combustão? (turno 132) e P: E mais o quê? (turno 135), solicitavam necessariamente respostas dos estudantes sobre as formas de energia envolvidas numa reação de combustão.

As interrogações retóricas foram identificadas quando a professora lançou mão de perguntas que não solicitavam respostas dos estudantes, mas buscavam manter a atenção e o envolvimento ou conseguir a anuência dos mesmos sobre o que estava sendo dito (turnos 6, 11, 33, 44, 47, 51, 56, 61, 77, 112, 119), conforme exemplificamos a seguir (turnos 43 a 47):

"43- P: Então, o que é combustão?

44-P: É uma reação, não é? Ou um processo, uma transformação química, onde você vai ter a formação de...

45-P: Você vai ter a liberação de energia em forma de luz e...

46-ES: Calor. **(II)**

47-P: Calor, Ok?"

Na transcrição acima, a professora buscava definir uma reação de combustão como transformação química na qual ocorre formação de energia luminosa e térmica e enunciou: P - Você vai ter a liberação de energia em forma de luz e... (turno 45). Os estudantes complementaram o enunciado da professora (turno 46). Em seguida, ela confirmou o enunciado dos estudantes: P - Calor, ok? (turno 47). Nesse momento, a forma interrogativa do enunciado da professora não solicitava uma resposta dos estudantes, mas teve a intenção de conseguir a anuência dos mesmos sobre a combustão ser uma reação química que libera energia na forma de luz e de calor.

Aviso: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma ação, supondo importante declará-la (CHARAUDEAU, 2008a). O aviso foi identificado quando a professora alertou os estudantes sobre o que seria trabalhado naquela aula, enunciando: P - Esse é o assunto da nossa aula hoje (trecho do turno 1) e completou: P - Reações de combustão e termoquímica (turno 2). Nesse momento, o aviso da professora buscou: i) chamar a atenção dos estudantes pelo fato de ser um novo conteúdo; ii) despertar o interesse e a curiosidade dos mesmos; ou iii) fazer com que eles retomem conhecimentos prévios necessários para o entendimento do novo conteúdo.

Julgamento: quando a professora declarou em seu ato enunciativo uma aprovação ou desaprovação de uma ação (fazer ou dizer) realizada (CHARAUDEAU, 2008a) pelos estudantes, conforme ilustramos a seguir (turnos 64 a 68):

"64-P: E como é que a gente na verdade usa a energia de nosso corpo?

65-E_1: Calor humano. Esquentar um ao outro.

66-P: Não. A energia... Você se alimenta. Se você não se alimentar, você fica forte?

67-ES: Não **(II).**

68-P: Fica fraco. Você precisa se alimentar. O alimento vai lhe dar energia."

A professora queria estabelecer uma analogia entre a energia produzida nas reações de combustão e aquela advinda dos alimentos e perguntou: P - E como é que a gente na verdade usa a energia de nosso corpo? (turno 64). O estudante E_1 respondeu: E_1 - Calor humano. Esquentar um ao outro (turno 65). A professora percebendo que a ideia a ser explorada não era essa, avaliou negativamente a resposta de E_1, enunciando: P - Não. A energia... Você se alimenta. Se você não se alimentar, você fica forte? (turno 66).

Quanto às atitudes enunciativas elocutivas (CHARAUDEAU, 2008a), ou seja, como a professora expressou seus pontos de vista, não identificamos neste episódio "marcas" de subjetividade nos enunciados da professora que revelassem sua posição, sua avaliação ou seu engajamento em relação ao dito.

Quanto às atitudes enunciativas delocutivas, isto é, como a professora estabeleceu relação com outros discursos, identificamos a categoria modal delocutiva de **asserção**. As asserções foram identificadas quando a professora, ao estabelecer relação com o discurso científico, apagou-se em seu ato de enunciação (CHARAUDEAU, 2008a) (turnos 2, 5, 11, 15, 17, 20, 23, 24, 25, 33, 37, 41, 42, 44, 45, 47, 51, 55, 56, 63, 68, 69, 73, 75, 77, 78, 109, 112, 113, 114, 119, 120, 121, 126, 127, 129, 134), conforme ilustramos a seguir (turnos 122 a 126):

"122- E_1: E o comburente?

123-E_3: O comburente é o ar.

124-E_1: Sim, mas é só o ar que é o comburente? O que é um comburente, professora?

125-E_1: Ar é comburente.

126-P: É uma mistura gasosa com o oxigênio. Vai propiciar a combustão."

Quando o estudante E_1 questionou a professora sobre o que é um comburente (turnos 124), ela respondeu: P - É uma mistura gasosa com o oxigênio (trecho do turno 126). O enunciado da professora é assertivo à medida que não dependeu dos interlocutores da situação de comunicação (CHARAUDEAU, 2008a) e testemunhou uma terceira voz, a do discurso científico, apresentando-o como verdade.

Identificadas as atitudes enunciativas da professora, organizamos a representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas em gráfico de colunas (Gráfico 02).

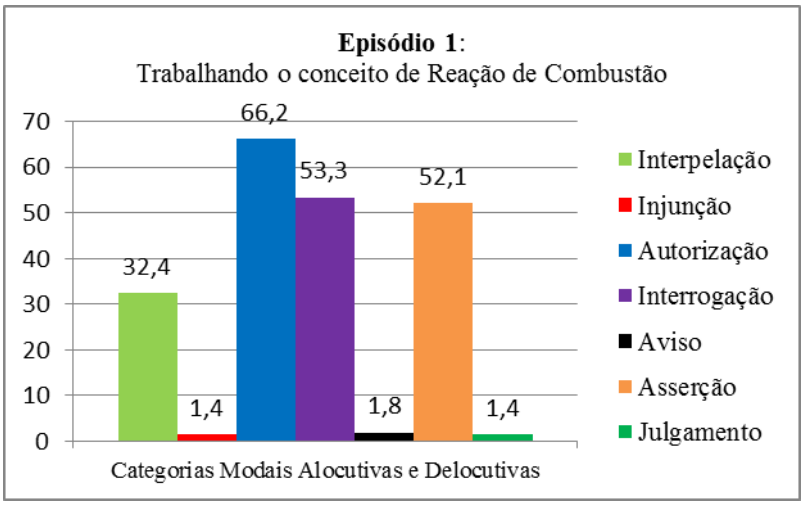

Gráfico 02: Representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas no episódio 1

Considerando os dados do Gráfico 02, a autorização foi a que mais se destacou em relação às demais categorias modais alocutivas, pois dos 71 turnos de fala da professora neste episódio, 47 ou 62,2% corresponderam às oportunidades dadas aos estudantes para se expressarem, seja por enunciações incompletas, seja por interrogações.

A maioria dessas oportunidades foi dada por meio de interrogações, à medida que dos 71 turnos de fala da professora, 4 ou 5,6% corresponderam aos enunciados incompletos e 47 ou 53,3% corresponderam aos questionamentos feitos aos estudantes. Nesse sentido, criar condições para os estudantes se expressarem na sala de aula interrogando-os, foi uma estratégia discursiva para a qual a professora lançou mão neste episódio.

Como registrado em nossas análises, foram identificadas interrogações plenas, aquelas que requerem resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997), e interrogações retóricas, aquelas que não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência

do interlocutor (FÁVERO, 2000). Por exemplo: quando a professora enunciou: P - O que é que se produz na combustão? (turno 132), lançou mão de uma interrogação plena ao solicitar explicitamente uma resposta dos estudantes. Em outros momentos, a professora interrogou os estudantes retoricamente quando não solicitava necessariamente uma resposta, mas a anuência dos mesmos sobre, por exemplo, a combustão ser uma reação química que libera luz e de calor: P - Calor, ok? (turno 47).

A representatividade das interrogações plenas e retóricas ao longo do episódio 1 está apresentada conforme gráfico a seguir (Gráfico 03).

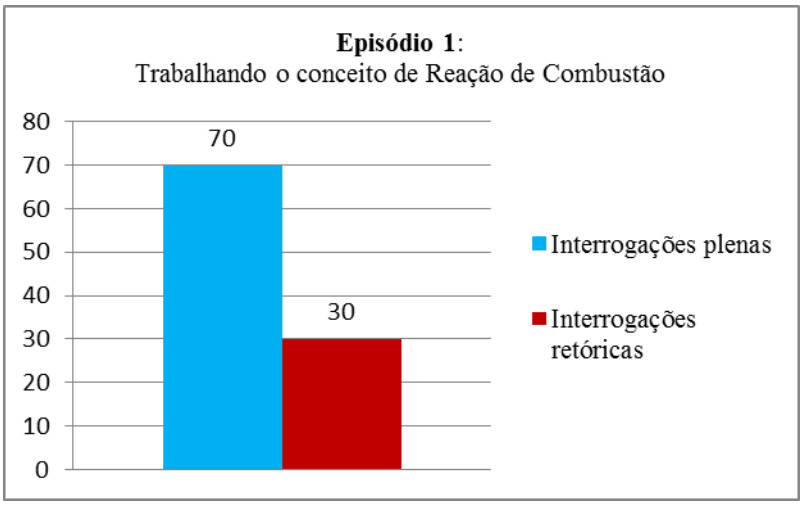

Gráfico 03: Representatividade dos tipos de interrogações no episódio 1

O Gráfico 03 mostra que a maioria das interrogações feitas pela professora correspondeu às interrogações plenas, dado que dos 40 turnos de fala relativos às interrogações, 28 ou 70% deles corresponderam às perguntas que solicitavam respostas dos estudantes. O domínio das interrogações plenas sobre as interrogações retóricas pode ser justificado tanto por um interesse da professora em verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a combustão, visto que se trata de um fenômeno presente no cotidiano deles, como por uma intenção de engajá-los nas interlocuções.

Contudo, as interrogações plenas lançadas pela professora foram convergentes, aquelas que implicam respostas únicas, curtas e previsíveis (PEREIRA, 1991). Por exemplo: quando a professora perguntou aos estudantes o que entendiam por combustão: P - Alguém tem ideia do que é combustão? (turno 3), queria saber o conhecimento deles sobre combustão. Quando um estudante respondeu: E_1 - Queima de combustível (turno 4), revelou o que ele sabia e, a professora sentindo-se satisfeita, confirmou logo a resposta de E_1: P - Queima de combustível (turno 5). Apesar das respostas dos estudantes serem respostas curtas que não

envolveram interpretações ou explicações mais elaboradas, a professora as aceitava e não as questionava. Essa dinâmica de interrogar e confirmar as respostas dos estudantes durante as interlocuções foi recorrente ao longo deste episódio.

Portanto, por serem convergentes, as interrogações plenas tiveram uma conotação retórica à medida que suas finalidades na construção discursiva foram checar o que os estudantes sabiam sobre as reações de combustão, selecionar fatos e/ou conceitos científicos e conduzir os estudantes numa determinada linha de raciocínio através de perguntas para as quais a professora já sabia as respostas.

Dirigir-se aos estudantes, explicitamente ou implicitamente, através da interpelação, fazendo-os sentirem-se co-participantes da aula foi outra estratégia discursiva da professora, embora com menor frequência se comparada à autorização e à interrogação.

A injunção, o aviso e o julgamento foram praticamente inexpressivos neste episódio, embora sejam comportamentos legítimos do professor em sala de aula (EMEDIATO, 2006). Não recorrer às palavras de ordem e aos julgamentos foi mais uma das estratégias discursivas da professora neste episódio.

A professora manifestou sua relação com o discurso científico pela objetividade, visto que dos 71 turnos de fala, 37 ou 52,1% foram enunciados assertivos. Nesse sentido, a professora expressou os conceitos científicos através de asserções, anunciando-os como verdades.

Em seu conjunto, criar condições para os estudantes se expressarem, diagnosticar os seus conhecimentos prévios, interrogá-los através de interrogações plenas convergentes, se esforçar para conseguir o engajamento dos mesmos nas interlocuções, e apresentar o discurso científico como verdade, foram estratégias discursivas da professora quando trabalhou o conceito de reação de combustão, estratégias que emergiram em função das restrições situacionais provenientes das identidades psicossociais institucionalmente legitimadas e reconhecidas para/pela a professora e para/pelos os estudantes no contexto escolar.

Analisadas as atitudes enunciativas, continuamos o movimento analítico do *corpus* do episódio 1 visando compreender a construção discursiva da professora em função dos outros modos de organização do discurso: descritivo, narrativo e argumentativo (CHARAUDEAU, 2008a).

Nesse momento, tivemos como objetivo identificar as atitudes enuncivas da professora, isto é, analisar como organizou discursivamente o conceito de reação de combustão. Para tanto, tomamos como categorias de análise procedimentos desses modos de organização discursiva.

Evidências do modo descritivo, aquele que "consiste em ver o mundo com um 'olhar parado', que faz existir os seres ao nomeá-los, localizá-los e atribuir-lhes qualidades que os singularizam" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 111) (aspas do autor), foram registrados quando a professora nomeou conceitos científicos atribuindo-lhes qualidades, conforme o exemplo a seguir (turnos 43 a 45):

"43-P: Então, o que é combustão?

44-P: É uma reação, não é? Ou um processo, uma transformação química onde você vai ter a formação de...

45- ES: Calor" **(II)**

No trecho transcrito acima, a professora nomeou uma transformação química com formação de energia luminosa e energia térmica de reação de combustão. Este momento é evidência do uso do componente nomear, um dos componentes do modo descrito de organização do discurso (CHARAUDEAU, 2008a).

Identificamos evidências do modo argumentativo, aquele que constitui o mecanismo que permite a construção de explicações sobre asserções feitas acerca do mundo (CHARAUDEAU, 2008a), numa visada demonstrativa, quando a professora estabeleceu uma relação de causa e efeito entre uma transformação química de combustão e a produção de energia térmica e luminosa. Para tanto, ela lançou mão de um modo de raciocínio dedutivo, aquele que estabelece uma relação de causalidade orientada da causa para a consequência (CHARAUDEAU, 2008a), conforme ilustrado a seguir (turnos 9 a 42):

"9-P: O que é que ocorre na combustão?

10-ES: Queima **(II)**

11-P: Queima, não é?

12-P: Então, quando ocorre a queima, o que é que você pode perceber?

13-P: O que acontece?

14-E_1: Há uma mudança irreversível.

15-P: Uma mudança irreversível e acontece mais o quê?

16-E_2: Energia.

17-P: Gera energia.

18-P: De que forma essa energia?

19-E_1: Química.

20-P: Energia química.

21-P: Mas como você observa que gerou energia?

22-E_1: Energia térmica.

23-P: Térmica.

24-P: Então, a gente tem calor.

25-P: E tem outra forma também que você observa de energia.

26-P: O que você vê?

27-E_1: Ela quer forçar. Acho que toda professora de química é igual.

28-P: Lógico.

29-P: É um fenômeno que você observa, que você vê. Então, vamos ver aqui.

30-P: O que acontece?

31-P: Tem calor e o que mais?

32-E_1: Temperatura.

33-P: Temperatura é calor, não é?

34-P: Outra forma de energia?

35-P: O que é que você observa?

36-E_1: Fogo.

37-P: O fogo. Então é uma energia...

38-E_4: Positiva.

39-P: Se você tiver no escuro e acende o fogo, o que acontece?

40-ES: Luz. **(II)**

41-P: Luz.

42-P: Então, tem uma energia também luminosa. A gente vai ter energia térmica e energia luminosa."

Nesse momento, a professora perguntou aos estudantes sobre o que ocorre numa reação de combustão (turno 9). Em seguida, desencadeou uma sequência de enunciados para chegar ao entendimento de que as reações de combustão ocorrem com produção de energia térmica e luminosa. Portanto, identificamos uma lógica argumentativa, ou seja, o estabelecimento de relações de causalidade entre asserções (asserção de partida, asserção de passagem e asserção de chegada) (CHARAUDEAU, 2008a).

A partir da asserção de partida (característica de uma reação de combustão): P- Então, quando ocorre a queima, o que é que você pode perceber? (turno 12), a professora desenvolveu um encadeamento de asserções, as chamadas asserções de passagem (turnos 13 a 41), numa lógica argumentativa que visava convencer os estudantes a aceitarem sua asserção de chegada (as reações de combustão produzem energia térmica e luminosa): P- Então, tem uma energia também luminosa. A gente vai ter energia térmica e energia luminosa (turno 42).

Em conjunto, as relações estabelecidas entre asserção de partida, asserções de passagem e a asserção de chegada configuraram a razão demonstrativa na construção discursiva da professora, aquela que "se baseia num mecanismo que busca estabelecer relações de causalidade diversas" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 207), evidenciando um dos elementos do modo argumentativo de organização do discurso (CHARAUDEAU, 2008a).

Enfim, uma síntese das análises da construção discursiva da professora neste episódio em termos das restrições situacionais, das atitudes enunciativas e das atitudes enuncivas está apresentada a seguir (Quadro 13).

Quadro 13: Síntese da análise do episódio 1 "Trabalhando o conceito de Reação de Combustão"

Restrições situacionais	Atitudes Enunciativas	Atitudes Enuncivas
Identidades Psicossociais Professora detentora do saber Estudantes com saber lacunar **Finalidades** Fazer saber (Visada da Informação) Fazer crer (Visada de demonstração) **Propósitos** Macrotema: Reação de Combustão Outros temas: Transformação química, Energia térmica, Energia luminosa, Combustível, Comburente **Circunstâncias Materiais** Situação de comunicação interlocutiva	**Alocutivas:** Interpelação Injunção Autorização Interrogação**:** Plenas e Retóricas Aviso Julgamento **Delocutivas:** Asserção	**Descritiva** Nomear fatos e/ou conceitos científicos **Argumentativa** Demonstrar relações de causalidade

5.2 **Episódio 2**: Trabalhando o conceito de Calor

O episódio 2 apresenta o momento em que a professora trabalhou com os estudantes o conceito científico de calor. Calor é definido como "uma forma de energia que se transfere de um sistema a outro quando esses sistemas estão em temperaturas diferentes" (SANTOS e MÓL, 2005, p. 363).

No estudo da Termoquímica, reconstruir significado para o conceito de calor é relevante para o entendimento de que o calor pode ser transformado em trabalho a partir de reações químicas. Por conseguinte, a energia liberada ou absorvida em processos químicos, sob a forma de calor, pode ser convertida em outras formas de energia para ser aproveitada, o que permite fazer previsões úteis sobre diversos processos.

Além disso, considerando o tema da sequência de aulas "Combustíveis *versus* Poluição atmosférica", reconstruir significado para o conceito de calor poderia contribuir para a compreensão de que a quantidade de calor liberada na queima de combustíveis automotivos é um dos critérios na escolha entre diferentes combustíveis, mas não deve ser o único, pois critérios ambientais e econômicos precisam ser considerados.

Considerando que a abordagem ao conceito de calor ocorreu em um único momento da sequência de aulas, o episódio "Trabalhando o conceito de calor" não foi dividido em segmentos.

O episódio 2 (turnos 229 a 307), apresenta o momento em que a professora trabalhou: i) a definição científica de calor (turnos 229 a 236); ii) condições de transferência de calor (turnos 237 a 247); iii) diferentes unidades de medida de calor (turnos 248 a 260); iv)

equivalência entre diferentes unidades de medida (turnos 261 a 274); v) o funcionamento do calorímetro (turnos 275 a 291); e vi) o conceito de caloria (turnos 292 a 307), conforme transcrito abaixo:

"229-P: Então, o que é calor? Como a gente pode definir o que é calor?

230-E_1: É a energia que passa de um corpo para outro.

231-P: Como é Christian?

232-E_1: É a energia que passa de corpo para corpo.

(()) A professora sinaliza positivamente, balançando a cabeça.

233-P: É a energia que passa de um corpo para outro. É uma forma de energia.

234-E_4: Ah professora, calor todo mundo sabe.

235-P: Vocês estão estudando isso também, estão estudando em Física.

236-P: Calor é uma forma de energia que se transfere de um sistema para o outro.

237-P: PSIU.

238-P: Calor é uma forma de energia que se transfere de um sistema para outro quando esses estão em diferentes temperaturas.

239-P: E aí, o que vai acontecer?

240-P: Quando isso vai parar?

241-P: Quando você tem um equilíbrio térmico.

242-P: Então, o calor vai ser transferido do corpo mais quente para o corpo mais frio, até que haja um equilíbrio entre eles.

243-E_4: (Inaudível).

244-P: Então, nosso corpo, ele... A gente se adapta. Veja bem: você tá com calor e vai para o frio e o seu corpo vai se adaptando ao calor e ao frio. Mas para isso, quando você sai de um ambiente muito quente ou vice-versa, o que é que acontece?

245-P: Vai haver um choque térmico, mas depois o que acontece?

246-P: Vai haver um equilíbrio. A temperatura de seu corpo vai se equilibrar com a temperatura do ambiente.

247-E_4: (Inaudível).

248-P: Qual é a unidade de medida dessa energia?

249-E_1: É... graus Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Joule... A senhora quer que eu fale esses nomes todinhos?

250-P: No sistema internacional a medida da energia é o Joule.

251-P: Williams, se você fosse um cientista e tivesse conseguido detectar e medir essa energia, poderia ser que a unidade de medida fosse Williams. Joule é o nome do cientista.

252-E_1: Do cara.

253-P: Do cara. É o cara. Então, poderia ter sido um William. Quem sabe daqui a algum tempo vai ter uma medida que vai ser um Williams? Então, é uma homenagem ao cientista.

254-ES: Ah!

255-P: Essas medidas são normalmente, tem o nome do cientista. Pessoa que descobriu, que fez. Então, é uma homenagem justa.

256-ES: CELSIUS. **(II)**

257-P: Outra unidade que também utilizamos muito no cotidiano é a caloria.

258-P: Psiu!

259-P: Essa caloria aqui é diferente daquela. Aqui você vai medir, por exemplo, no alimento um valor energético, que é diferente daquelas calorias quando você tem assim: Caloria, com a letra maiúscula, essa caloria que você tem na embalagem dos alimentos, na verdade é mil vezes essa. Existe uma diferença.

260-P: Então, uma caloria...

261-P: Então, vocês têm aí (na tabela do texto) o calor produzido em duas unidades: joule por grama e caloria por grama. Então, se você tiver a mesma quantidade de material, a mesma quantidade de combustível gasolina e a mesma quantidade de combustível óleo diesel, o calor produzido vai ser diferente.

262-P: Como tá pedindo em grama, então, foi a mesma quantidade utilizada que gerou o calor. Se gerou um calor maior, aquele combustível vai ter uma maior eficiência, um maior rendimento.

263-P: Ele produz mais calor. Então, o que tiver a maior produção de calor é o melhor combustível, em termos de RENDIMENTO. Aí você vai analisar se aquele que é melhor no rendimento também é o melhor para o meio ambiente.

264-E_4: (Inaudível)

265-P: É a mesma coisa, só faz transformar. A mesma coisa de quilograma para grama.

266-P: Um quilograma tem quantos gramas? Quantos gramas têm um quilograma?

267-E_6: Mil.

268-P: Mil gramas. Não é? Então, o equivalente em quilograma e em gramas é a mesma quantidade. Então, aqui é a mesma coisa. Você vai ter números diferentes porque as unidades são diferentes.

269-P: PSIU.

270-P: Você tem aí na tabela em joules por grama e em caloria por grama. Não é o mesmo número, por quê?

271-P: Porque há uma equivalência de uma para outra. Mas, vocês vão ver que proporcionalmente é a mesma coisa.

(()) A professora mostra a tabela do texto aos estudantes.

272-P: Veja bem. Se você tem 10 550 joules por quilograma, ISSO equivale a que 2 524 calorias por grama. Por que uma é quatro vezes mais o outro. Mas, é a mesma coisa. Se você ver a reação, vai ser a mesma, é só a unidade de medida, não é?

273-P: Se você mede em grama, quilograma, ou em tonelada, são números diferentes, mas a quantidade é a mesma.

274-P: Por quê? Porque vai haver uma equivalência. Aí só é uma medida de unidade. O calor produzido vai ser o mesmo. Ok?

275-P: Existe uma forma de se medir esse calor das reações. É um aparelho que é chamado de... calorímetro.

(()) A professora escreve no quadro o termo calorímetro.

276-P: Então a gente só vai encontrar em laboratório de pesquisa, não é? Em escolas, porque é um aparelhinho. Você coloca certa quantidade, um grama da substância, ele tem água e tem um termômetro, então, tem uma fonte de ignição, aquela fonte vai produzir a combustão daquele material.

277-P: Por exemplo: você coloca ali um grama de açúcar e aí vai calcular qual o calor produzido por grama de açúcar.

278-P: Por quê?

279-P: Porque você tem um termômetro. Você vai ter uma temperatura inicial e uma temperatura final e você vai fazer a correlação aí. Então, é o calorímetro. É o aparelho que você vai fazer a medida.

(()) Um estudante questiona por que não vão para o laboratório e a professora justifica dizendo que eles foram o ano passado e que o laboratório não está funcionando.

280-P: Vocês têm no livro toda a explicação do funcionamento do calorímetro.

(()) A professora mostra a figura do livro de um calorímetro para a turma.

281-E_4: Interessante.

282-E_3: Oh professora, existe um "moi" de sistemas diferentes para medir a temperatura é?

283-P: Um "moi"?

284-E_3: Um moi não, um moi que eu digo, são vários sistemas, por exemplo, o calorímetro.

285-P: Não. O calorímetro, PRESTA ATENÇÃO, ele não vai medir a temperatura. Ele tem um termômetro com a medida das duas temperaturas a inicial e a final, você vai medir o calor produzido e não vai medir a temperatura.

286-ES: Ah! **(II)**

287-E_1: Ei professora, caloria é de calor é?

288-P: O que vai acontecer, quando há a combustão não há uma liberação de energia?

289-ES: Há... **(II)**

290-P: Há. Essa energia não é na forma, não o é calor? A energia não é liberada em forma de calor, então vai haver uma mudança de temperatura, não vai?

291-P: Você vai medir essa mudança, essa variação...

292-E_1: Ei professora, caloria vem de calor?

(()) A professora balança positivamente a cabeça.

293-E_1: E quando a gente come uma coisa que tem tantas calorias, como se aplica calorias e esse calor?

294-P: Justamente. Aquelas calorias que você tem é o valor energético. Se voce come, come, come e não faz nenhuma atividade física, o que acontece?

295-E_1: A gente engorda.

296-P: Se a pessoa comer a mesma quantidade e fizer um exercício físico, uma esteira, uma bicicleta, não tá queimando?

297-P: O que eu disse a vocês, todo alimento que a gente ingere, se transforma em...

298-E_1: Fezes.

(()) Todos sorriem neste momento.

299-E_1: Mas, não tá errado não.

300-P: Não. Uma parte vai se transformar em fezes, porque não foi absorvido para se transformar em energia. Por que não serviu para o nosso corpo. Então, o que serve para o nosso corpo, vai ser transformado em...

301-E_1: Energia.

302-P: Energia.

303-P: Se você não tá transformando essa energia, essa energia tá se acumulando em gordura.

304-E_3: Então, no caso, Ranielli, tem muita energia.

(()) Todos sorriem.

305-P: Quando você faz um regime, você tem que balancear a quantidade de calorias que você vai ingerir. Fazer regime não é tomar água e deixar de comer não, por exemplo.

306-P: Viu Gerlândio, fazer regime não é tomar água e deixar de comer não.

307-P: Agora, cada pessoa precisa de uma quantidade diferente.

(()) A professora retoma o comentário com um dos estudantes sobre as correspondências entre Joule e calorias."

Conduzimos a análise do *corpus* do episódio 2 visando compreender a construção discursiva da professora quando trabalhou o conceito científico de calor. Conforme procedemos no episódio anterior, no movimento analítico foram consideradas as finalidades comunicativas e os propósitos (dimensão situacional) e as atitudes enunciativas e enuncivas (dimensão discursiva).

Quanto à finalidade comunicativa, relativa à intencionalidade psico-sócio-discursiva que determina a expectativa do ato de linguagem do sujeito falante e, por conseguinte, da própria troca linguageira (CHARAUDEAU, 2010), iniciamos a análise da construção discursiva da professora segundo suas visadas comunicativas, aquelas definidas por um duplo critério: a intenção pragmática do "eu" em relação à posição que ele ocupa frente ao "tu" e a posição que, da mesma forma, "tu" deve ocupar (CHARAUDEAU, 2004).

Nessa direção, identificamos a visada de informação, aquela em que o "eu" quer fazer saber e está legitimado em sua posição de saber (CHARAUDEAU, 2004), quando a professora teve a intenção de transmitir aos estudantes conhecimentos sobre: i) calor como forma de energia (turnos 229 a 236); ii) as condições nas quais ocorre transferência de calor (turnos 237 a 247); iii) diferentes unidades de medida de calor (turnos 248 a 260); iv) relações de equivalência entre diferentes unidades de medida de calor (turnos 261 a 274); v) o funcionamento do calorímetro (turnos 275 a 292); vi) caloria, como valor energético dos alimentos e a necessidade de balancear a quantidade de calorias e exercer atividades físicas (turnos 293 a 307).

Ilustramos a seguir, um exemplo da visada de informação (turnos 248 a 256).

"248-P: Qual é a unidade de medida dessa energia?

249-E_1: É... graus Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Joule... A senhora quer que eu fale esses nomes todinhos?

250-P: No sistema internacional a medida da energia é o Joule.

251-P: Williams, se você fosse um cientista e tivesse conseguido detectar e medir essa energia, poderia ser que a unidade de medida fosse Williams. Joule é o nome do cientista.

252-E_1: Do cara.

253-P: Do cara. É o cara. Então, poderia ter sido um William. Quem sabe daqui a algum tempo vai ter uma medida que vai ser um Williams? Então, é uma homenagem ao cientista.

254-ES: Ah!

255-P: Essas medidas são normalmente, tem o nome do cientista. Pessoa que descobriu, que fez. Então, é uma homenagem justa.

256-ES: CELSIUS. **(II)**

(()) A professora registra no quadro o Joule como unidade de medida no sistema SI."

A professora perguntou aos estudantes sobre a unidade de medida de calor (turno 248) e o estudante E_1 citou uma série de unidades de medida (turno 249). Em seguida, ela afirmou que no sistema internacional, a unidade de medida para o calor é o Joule (turno 250). Nesse momento, a professora quis um fazer-saber (fazer com que os estudantes soubessem a unidade de medida de calor no sistema internacional), estando legitimada em sua posição de saber (ela é a professora) e os estudantes em sua posição de dever saber.

Portanto, a construção discursiva da professora no episódio "Trabalhando o conceito de calor", foi orientada por uma finalidade comunicativa: fazer saber (informar) sobre fatos e/ou conceitos científicos relativos ao conceito de calor.

Quanto aos propósitos, concebidos como os referentes do discurso (CHARAUDEAU, 2009), as interlocuções entre a professora e os estudantes ocorreram em torno do conceito científico de calor. Para trabalhar o conceito científico de calor como uma forma de energia transferida entre corpos com diferentes temperaturas, a professora lançou mão de outros fatos e/ou conceitos científicos, conforme figura a seguir (Figura 08).

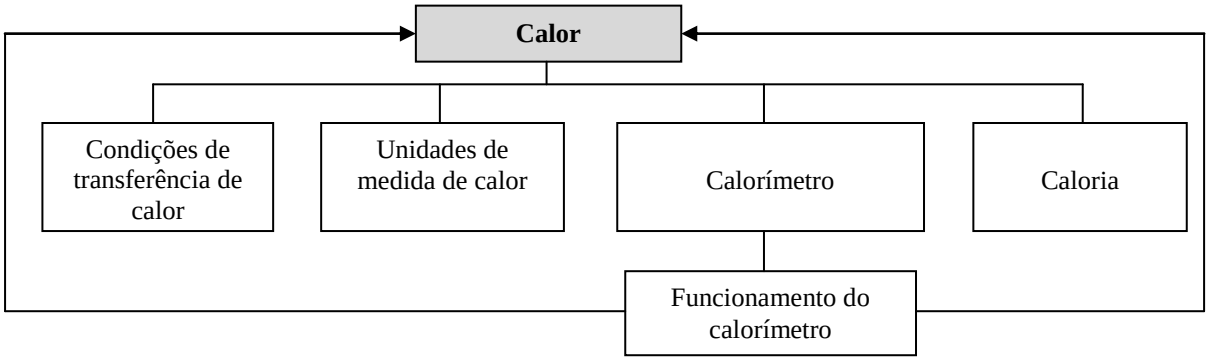

Figura 08: Representação da articulação entre o conceito de calor e outros fatos e/ou conceitos científicos

Tomando por base a Figura 08, o conceito de calor neste episódio foi um macrotema (CHARAUDEAU, 2009), seguido de outros fatos e/ou conceitos científicos, tais como: i) condições de transferência de calor; ii) unidades de medida de calor; iii) funcionamento do calorímetro; e iv) o conceito de caloria como conteúdo energético dos alimentos.

Conforme procedemos no episódio anterior, após a análise das finalidades comunicativas e dos propósitos, mudamos o movimento de análise que empregamos até

então. Partindo do pressuposto de que mesmo sobredeterminado pelas restrições situacionais, o sujeito falante dispõe de uma margem de manobra que lhe permite "distinguir-se por sua maneira de tomar a palavra, de estabelecer sua relação com o outro e de tematizar seu propósito" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 273) em um ato de individuação (CHARAUDEAU, 2004), levamos em conta agora os dados internos, ou seja, o "conjunto dos comportamentos linguageiros esperados quando os dados externos da situação de comunicação são percebidos, depreendidos, reconhecidos" (CHARAUDEAU, 2009, p. 70).

Continuamos o movimento analítico do *corpus* do episódio 2 considerando as estratégias discursivas, aquelas relativas aos modos de organização do discurso: enunciativo, descritivo, narrativo e argumentativo (CHARAUDEAU, 2008a).

Nessa direção, iniciamos a análise pelo modo enunciativo, isto é, analisamos as atitudes enunciativas da professora, visando compreender como esta estabeleceu relação de influência sobre os estudantes (atitudes enunciativas alocutivas), como expressou seus pontos de vista (atitudes enunciativas elocutivas) e como estabeleceu relação com outros discursos (atitudes enunciativas delocutivas). Para tanto, tomamos por base as categorias modais propostas por Charaudeau (2008a): interpelação, injunção, autorização, aviso, julgamento, sugestão, proposta, interrogação, petição (categorias modais alocutivas); constatação, opinião, apreciação, obrigação, promessa, proclamação (categorias modais elocutivas); e asserção e discurso relatado (categorias modais delocutivas).

Quanto às atitudes enunciativas alocutivas, ou seja, como a professora enunciou diante dos estudantes, identificamos seis categorias modais alocutivas que estão descritas a seguir: interpelação, injunção, autorização, interrogação, sugestão e julgamento.

Interpelação: quando a professora designou os estudantes como seus interlocutores através de uma identificação, mesmo que indeterminada, ao tempo em que atribuiu a si um estatuto que a autoriza envolvê-los (CHARAUDEAU, 2008a). A interpelação foi identificada quando a professora se dirigiu aos estudantes através de pronomes de tratamento, pronomes indefinidos ou pronomes pessoais, tais como: você, vocês, a gente, alguém (turnos 229, 231, 235, 241, 244, 251, 259, 261, 263, 268, 270, 271, 272, 273, 276, 277, 279, 280, 285, 291, 293, 294, 297, 303, 305, 306), conforme ilustramos a seguir (turnos 276 e 277):

"276-P: Então a gente só vai encontrar em laboratório de pesquisa, não é? Em escolas, porque é um aparelhinho. Você coloca certa quantidade, um grama da substância, ele tem água e tem um termômetro, então, tem uma fonte de ignição, aquela fonte vai produzir a combustão daquele material.

277-P: Por exemplo: você coloca ali um grama de açúcar e aí vai calcular qual o calor produzido por grama de açúcar."

Quando a professora enunciou: P - Por exemplo: você coloca ali um grama de açúcar e aí vai calcular qual o calor produzido por grama de açúcar (turno 277), dirigia-se aos estudantes fazendo-os seus interlocutores através do pronome "você", para que participassem das interlocuções, ao tempo que atribuía a si um estatuto que a autorizava a interpelá-lo.

Injunção: quando a professora declarou de forma imperativa uma ação ou comportamento para os estudantes executarem, ao tempo que atribuiu a si um estatuto de poder (CHARAUDEAU, 2008a). A injunção foi registrada quando a professora impôs aos estudantes fazerem silêncio ou prestarem atenção (turnos 237, 258, 269, 272), conforme ilustramos a seguir (turnos 266 a 271):

"266-P: Um quilograma tem quantos gramas? Quantos gramas têm um quilograma?

267-E_6: Mil.

268-P: Mil gramas. Não é? Então, o equivalente em quilograma e em gramas é a mesma quantidade. Então, aqui é a mesma coisa. Você vai ter números diferentes porque as unidades são diferentes.

269-P: PSIU.

270-P: Você tem aí na tabela em joules por grama e em caloria por grama. Não é o mesmo número, por quê?

271-P: Porque há uma equivalência de uma para outra. Mas, vocês vão ver que proporcionalmente é a mesma coisa."

No trecho transcrito, a professora queria destacar a equivalência entre diferentes unidades de medida de calor e os estudantes conversam entre si. Então, ela enunciou: P - PSIU (turno 269), impondo um comportamento aos estudantes: o de fazerem silêncio. Portanto, aplicou a injunção para que eles não a interrompessem com conversas paralelas, ao tempo em que atribuiu a si um estatuto de poder.

Autorização: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma ação para os estudantes executarem, julgando-os aptos para fazerem ou dizerem, ao mesmo tempo em que, concedendo-lhes o direito de fazer ou dizer, atribuiu a si um estatuto de poder (CHARAUDEAU, 2008a). A autorização foi registrada quando a professora, explícita ou implicitamente, através de interrogações ou de enunciados incompletos, permitiu aos estudantes expressarem-se (turnos 229, 231, 239, 240, 244, 245, 248, 266, 270, 272, 274, 278, 283, 288, 290, 294, 296, 297, 300), como ilustramos abaixo (turnos 297 a 301):

"297-P: O que eu disse a vocês, todo alimento que a gente ingere, se transforma em...

298-E_1: Fezes.

299-E_1: Mas, não tá errado não.

300-P: Não. Uma parte vai se transformar em fezes, porque não foi absorvido para se transformar em energia. Por que não serviu para o nosso corpo. Então, o que serve para o nosso corpo, vai ser transformado em...

301-E_1: Energia."

Nesse momento, temos dois exemplos de autorização por enunciações incompletas da professora (turnos 297 e 300). Com seus enunciados incompletos a professora permitiu implicitamente que os estudantes os completassem como fez o estudante: E_1- Fezes (turno 298) e E_1 - Energia (turno 301).

Interrogação: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma informação a adquirir pedindo aos estudantes que respondessem sobre algo, ao tempo em que, impondo-lhes o papel de interrogados atribuiu a si o direito de interrogar (CHARAUDEAU, 2008a). A interrogação foi identificada nos momentos em que a professora lançou perguntas aos estudantes (CHARAUDEAU, 2008a) (turnos 229, 231, 239, 240, 244, 245, 248, 266, 270, 274, 278, 283, 288, 290, 294, 296), conforme exemplificamos a seguir (turnos 229 a 232):

"229-P: Então, o que é calor? Como a gente pode definir o que é calor?

230-E_1: É a energia que passa de um corpo para outro.

231-P: Como é Christian?

232-E_1: É a energia que passa de corpo para corpo."

Nesse momento, quando a professora enunciou: P - Então, o que é calor? Como a gente pode definir o que é calor? (turno 229), queria saber o que os estudantes entendiam por calor, estabelecendo com seu enunciado uma informação a adquirir, ao tempo que impondo aos estudantes o papel de interrogados atribuiu a si o direito de questionar.

No quadro das interrogações feitas pela professora, identificamos três diferentes tipos: i) interrogações plenas, aquelas que requerem uma resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997); ii) interrogações retóricas, aquelas que não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência do interlocutor (FÁVERO, 2000); e iii) interrogações semirretóricas, aquelas que são feitas e respondidas pelo locutor (MARTELLOTA, 1997).

As interrogações plenas foram registradas quando a professora solicitava explicitamente respostas dos estudantes (turnos 229, 231, 239, 248, 266, 283, 288, 294), conforme exemplo a seguir (turnos 266 a 268):

"266-P: Um quilograma tem quantos gramas? Quantos gramas têm um quilograma?

267-E_6: Mil.

268-P: Mil gramas. Não é? Então, o equivalente em quilograma e em gramas é a mesma quantidade. Então, aqui é a mesma coisa. Você vai ter números diferentes porque as unidades são diferentes."

Quando a professora perguntou aos estudantes: P - Um quilograma tem quantos gramas? Quantos gramas têm um quilograma? (turno 266), solicitava uma resposta dos mesmos, e o estudante E_6 respondeu: E_6 - Mil (turno 267).

Identificamos as interrogações retóricas quando as perguntas lançadas pela professora não requeriam necessariamente respostas dos estudantes, mas visavam manter a atenção, o

envolvimento ou a anuência dos mesmos durante as interlocuções (turnos 272, 274, 290), como exemplificamos a seguir (turnos 272 a 274):

"272-P: Veja bem. Se você tem 10 550 joules por quilograma, ISSO equivale a que 2 524 calorias por grama. Por que uma é quatro vezes mais o outro. Mas, é a mesma coisa. Se você ver a reação, vai ser a mesma, é só a unidade de medida, não é?

273-P: Se você mede em grama, quilograma, ou em tonelada, são números diferentes, mas a quantidade é a mesma.

274-P: Por quê? Porque vai haver uma equivalência. Aí só é uma medida de unidade. O calor produzido vai ser o mesmo. Ok?"

Quando a professora enunciou: P - Veja bem. Se você tem 10 550 joules por quilograma, ISSO equivale a que 2 524 calorias por grama. Por que uma é quatro vezes mais o outro. Mas, é a mesma coisa. Se você ver a reação, vai ser a mesma, é só a unidade de medida, não é? (turno 272), não queria resposta, mas o apoio dos mesmos sobre o fato de que diferentes medidas de calor correspondem à mesma quantidade de calor.

Interrogações semirretóricas foram registradas quando a professora perguntava aos estudantes, mas ela mesma respondia (turnos 240, 244, 245, 270, 278), conforme exemplo:

"270-P: Você tem aí na tabela em joules por grama e em caloria por grama. Não é o mesmo número, por quê?

271-P: Porque há uma equivalência de uma para outra. Mas, vocês vão ver que proporcionalmente é a mesma coisa."

Nesse momento, a professora enunciou: P- Você tem aí na tabela em joules por grama e em caloria por grama. Não é o mesmo número, por quê? (turno 270), e imediatamente respondeu ao questionamento sem aguardar que os estudantes o fizessem: P- Porque há uma equivalência de uma para outra. Mas, vocês vão ver que proporcionalmente é a mesma coisa (turno 271).

Sugestão: quando a professora propôs em seus enunciados uma ação aos estudantes realizarem como meio de melhorar uma determinada situação, ao tempo em que atribui a si um estatuto de saber confirmado por sua experiência (CHARAUDEAU, 2008a). A sugestão foi identificada quando a professora incentivou os estudantes a determinadas ações (turnos 263, 280 e 306), como, por exemplo, seguir uma alimentação saudável com uma quantidade de calorias balanceada, conforme mostramos a seguir (turnos 303 a 306):

"303-P: Se você não tá transformando essa energia, essa energia tá se acumulando em gordura.

304-E_3: Então, no caso, Ranielli, tem muita energia.

(()) Todos sorriem.

305-P: Quando você faz um regime, você tem que balancear a quantidade de calorias que você vai ingerir. Fazer regime não é tomar água e deixar de comer não, por exemplo.

306-P: Viu Gerlândio, fazer regime não é tomar água e deixar de comer não."

Os estudantes e a professora tratavam da relação entre caloria e o valor energético dos alimentos. Sabendo que um deles seguia um regime, ela enunciou: P - Viu Gerlândio, fazer regime não é tomar água e deixar de comer não (turno 306), aconselhando-o a ter mais cuidado e atenção no que diz respeito a um regime feito sem orientação médica.

Julgamento: quando a professora declarou em seu ato enunciativo uma aprovação ou desaprovação de uma ação (fazer ou dizer) realizada (CHARAUDEAU, 2008a) pelos estudantes, conforme mostramos a seguir (turnos 282 a 286):

"282-E_3: Oh professora, existe um "moi" de sistemas diferentes para medir a temperatura é?

283-P: Um "moi"?

284-E_3: Um moi não, um moi que eu digo, são vários sistemas, por exemplo, o calorímetro.

285-P: Não. O calorímetro, PRESTA ATENÇÃO, ele não vai medir a temperatura. Ele tem um termômetro com a medida das duas temperaturas a inicial e a final, você vai medir o calor produzido e não vai medir a temperatura.

286-ES: Ah! **(II)**"

Nesse momento, a professora explicava o funcionamento do calorímetro e o estudante E_3, considerando diferentes unidades de medidas de calor, enunciou: E_3 - Um moi não, um moi que eu digo, são vários sistemas, por exemplo, o calorímetro (turno 284). Quando a professora percebeu que o estudante estava confundindo unidades de medidas de calor com o calorímetro, que é um instrumento medir o calor de determinado processo físico ou químico, imediatamente avaliou negativamente sua proposição: P - Não. O calorímetro, PRESTA ATENÇÃO, ele não vai medir a temperatura. Ele tem um termômetro com a medida das duas temperaturas a inicial e a final, você vai medir o calor produzido e não vai medir a temperatura (turno 285). A professora desaprovou o enunciado de E_3 sob dois aspectos: suas ideias confusas sobre unidades de medida de calor e calorímetro e sua falta de atenção às explicações que estavam sendo dadas.

Quanto às atitudes enunciativas elocutivas (CHARAUDEAU, 2008a), ou seja, como a professora expressou seus pontos de vista, não identificamos neste episódio "marcas" de subjetividade na construção discursiva da professora que revelassem sua posição, sua avaliação ou seu engajamento em relação ao dito.

Quanto às atitudes enunciativas delocutivas, isto é, como a professora estabeleceu relação com o discurso científico, identificamos a categoria modal delocutiva de **asserção**. As asserções foram identificadas quando a professora apagou-se em seu ato de enunciação (CHARAUDEAU, 2008a) (turnos 233, 236, 238, 242, 246, 250, 255, 262, 265, 275, 300, 302, 307), conforme ilustramos a seguir (turno 233):

"231-P: Como é Christian?

232-E_1: É a energia que passa de corpo para corpo.

(()) A professora sinaliza positivamente, balançando a cabeça.

233-P: É a energia que passa de um corpo para outro. É uma forma de energia."

A professora define calor: P - É a energia que passa de um corpo para o outro. É uma forma de energia (turno 233) de modo assertivo testemunhando a voz do discurso científico, apresentando-o como verdade.

Identificadas as atitudes enunciativas da professora, organizamos a representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas em gráfico de colunas (Gráfico 04).

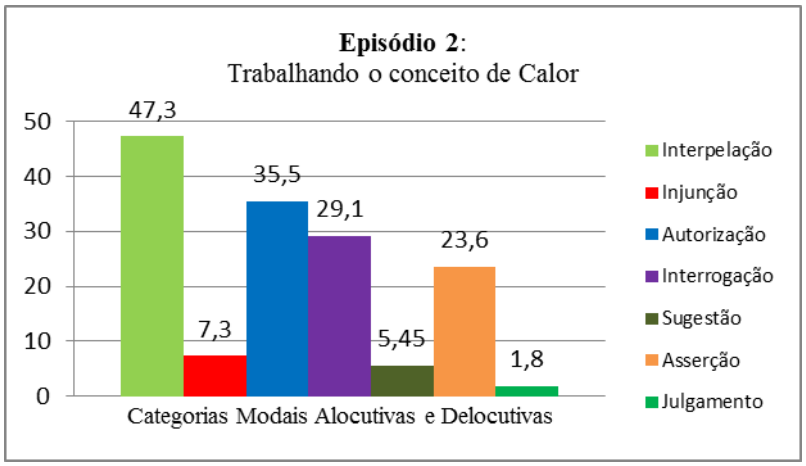

Gráfico 04: Representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas no episódio 2

Segundo o Gráfico 04, a interpelação foi a que mais se destacou em relação às demais categorias modais alocutivas, dado que dos 55 turnos de fala da professora, 26 ou 47,3% corresponderam às tentativas da professora em envolver os estudantes nas interlocuções. O fato do conceito de calor envolver aspectos não muito comuns do cotidiano dos estudantes, como unidades de medidas e o calorímetro, estimulou a professora na busca pela participação dos mesmos na aula. Nesse sentido, dirigir-se aos estudantes envolvendo-os nas interlocuções foi uma estratégia discursiva da professora neste episódio.

As autorizações e as interrogações confirmam o interesse da professora em criar condições para uma participação mais efetiva dos estudantes, dado que dos 55 turnos de fala da professora, 19 ou 35,5% corresponderam às autorizações, e 16 ou 29,1% corresponderam às interrogações.

Outro aspecto constatado foi o aumento da injunção quando comparado ao episódio anterior. Os estudantes estavam mais dispersos quando da abordagem ao conceito de calor. O que levou a professora a enunciar palavras de ordem, tais como "silêncio" ou "presta atenção" ou "psiu" com mais frequência, para conseguir a atenção e o envolvimento dos estudantes.

Quanto às interrogações, foram identificadas interrogações plenas, aquelas que requerem resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997), interrogações retóricas, aquelas que não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência do interlocutor (FÁVERO, 2000), e interrogações semirretóricas, aquelas que são feitas e respondidas pelo locutor (MARTELLOTA, 1997). Por exemplo: quando a professora enunciou: P - Um quilograma tem quantos gramas? Quantos gramas têm um quilograma? (turno 266), lançou mão de uma interrogação plena ao solicitar explicitamente uma resposta dos estudantes. Em outros momentos, a professora interrogou retoricamente os estudantes quando não solicitou necessariamente uma resposta, mas a anuência dos mesmos sobre, por exemplo, as diferentes unidades de medida de calor: P - Veja bem. Se você tem 10 550 joules por quilograma, ISSO equivale a que 2 524 calorias por grama. Por que uma é quatro vezes mais o outro. Mas, é a mesma coisa. Se você ver a reação, vai ser a mesma, é só a unidade de medida, não é? (trecho do turno 272). As interrogações foram identificadas como semirretóricas quando a professora interrogava os estudantes, mas ela mesma respondia. Por exemplo: P - Você tem aí na tabela em joules por grama e em caloria por grama. Não é o mesmo número, por quê? (turno 270), e sem aguardar que os estudantes se pronunciassem, respondeu: P - Porque há uma equivalência de uma para outra. Mas, vocês vão ver que proporcionalmente é a mesma coisa (turno 271).

A representatividade das interrogações plenas, retóricas e semirretóricas ao longo do episódio 2 está apresentada conforme gráfico a seguir (Gráfico 05).

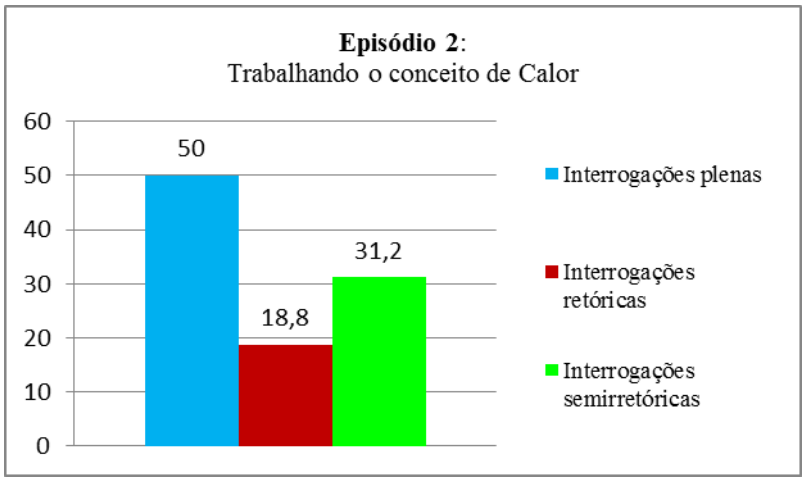

Gráfico 05: Representatividade dos tipos de interrogações no episódio 2

Como registrado no episódio anterior, os dados do Gráfico 05 revelam que as interrogações plenas foram mais frequentes, dado que dos 16 turnos de fala relativos às

interrogações feitas pela professora, 8 ou 50% corresponderam às questões que solicitavam necessariamente respostas dos estudantes. O domínio das interrogações plenas sobre as interrogações retóricas e semirretóricas pode ser justificado tanto por um interesse da professora em verificar o entendimento dos estudantes sobre fatos e/ou conceitos científicos que estavam sendo trabalhados, como por uma intenção de engajá-los nas interlocuções.

Todavia, as interrogações plenas lançadas pela professora foram convergentes, dado que implicaram em respostas únicas, curtas e previsíveis (PEREIRA, 1991). Por exemplo: quando a professora perguntou aos estudantes o que é calor: P - Então, o que é calor? Como a gente pode definir calor? (turno 229), queria conferir o que eles sabiam sobre calor. Quando o estudante E_1 respondeu: E_1 - É a energia que passa de um corpo para outro (turno 230), revelou o que sabia e a professora confirmou a resposta de E_1: P - É a energia qua passa de um corpo para o outro. É uma forma de energia (turno 233). A pergunta da professora (turno 229) não exigiu dos estudantes explicações do por que o calor passa de um corpo para outro e em quais condições.

Conforme constatamos no episódio 1, apesar das respostas dos estudantes não envolverem interpretações ou explicações mais elaboradas, a professora aceitou tais respostas e não as aprofundou. Essa dinâmica de interrogar e confirmar as respostas dos estudantes durante as interlocuções também foi recorrente ao longo deste episódio 2.

Por conseguinte, embora não sejam explicitamente retóricas, as interrogações plenas convergentes lançadas pela professora funcionaram como se fossem, dado que elas tiveram na construção discursiva as finalidades de checar se os estudantes estavam entendendo suas explicações, selecionar fatos e/ou conceitos científicos e conduzir os estudantes numa determinada linha de raciocínio através de perguntas para as quais as respostas já eram previstas pela professora.

Outro aspecto observado foi o aumento considerável das interrogações semirretóricas em relação ao episódio anterior, dado que 16 interrogações lançadas pela professora, 5 ou 31,2% foram respondidas por ela. O aumento das interrogações semirretóricas pode ser justificado pelo fato da professora perceber que os estudantes ainda não compartilhavam de informações necessárias para a condução de uma linha de raciocínio sobre fatos e/ou conceitos científicos relativos ao conceito de calor.

Quanto ao discurso científico, a professora o expressou pela objetividade, visto que dos 55 turnos de fala, 13 ou 23,6% foram enunciados assertivos. Nesse sentido, por meio de asserções, a professora expressou os conceitos científicos como verdades.

Em síntese, dirigir-se aos estudantes para envolvê-los nas interlocuções interpelando-os, interrogá-los através de interrogações plenas convergentes, retóricas e semirretóricas, enunciar palavras de ordem para conseguir a atenção dos mesmos e apresentar o discurso científico como verdade, foram estratégias discursivas da professora quando trabalhou o conceito de calor, estratégias estas decorrentes das identidades psicossociais da professora e dos estudantes legitimadas pelo contexto escolar.

Analisadas as atitudes enunciativas, continuamos o movimento analítico do *corpus* do episódio 2 visando compreender a construção discursiva da professora em função dos outros modos de organização do discurso: descritivo, narrativo e argumentativo (CHARAUDEAU, 2008a). Tivemos como objetivo identificar as atitudes enuncivas da professora, isto é, compreender como ela organizou discursivamente o conceito de calor. Para tanto, tomamos como categorias de análise procedimentos desses modos de organização discursiva.

Evidências do modo descritivo, aquele que "consiste em ver o mundo com um 'olhar parado', que faz existir os seres ao nomeá-los, localizá-los e atribuir-lhes qualidades que os singularizam" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 111) (aspas do autor), foram registradas quando a professora nomeou conceitos científicos atribuindo-lhes qualidades. A seguir, ilustramos um momento do episódio em que a professora fez uso do modo descritivo (turno 275).

"275-P: Existe uma forma de se medir esse calor das reações. É um aparelho que é chamado de... Calorímetro."

Nesse momento, a professora nomeou de calorímetro o aparelho utilizado para medir o calor envolvido em processos físicos e químicos enunciando: P- Existe uma forma de se medir esse calor das reações. É um aparelho que é chamado de... calorímetro (turno 275), mostrando evidência do uso de um dos componentes do modo descritivo de organização, o componente nomear (CHARAUDEAU, 2008a).

Enfim, uma síntese das análises da construção discursiva da professora neste episódio em termos das restrições situacionais, das atitudes enunciativas e das atitudes enuncivas está apresentada a seguir (Quadro 14).

Quadro 14: Síntese da análise do episódio 2 "Trabalhando o conceito de Calor"

Restrições situacionais	Atitudes Enunciativas	Atitudes Enuncivas
Identidades Psicossociais Professora detentora do saber Estudantes com saber lacunar **Finalidades** Fazer saber (Visada de informação) **Propósitos** Macrotema: Calor	**Alocutivas:** Interpelação Injunção Autorização Interrogação: Plenas, Retóricas e Semirretóricas Sugestão Julgamento	**Descritiva** Nomear fatos e/ou conceitos científicos

Outros temas: Condições de transferência de calor; Unidades de medida de calor; Calorímetro; Caloria **Circunstâncias Materiais** Situação de comunicação interlocutiva	**Delocutivas:** Asserção	

5.3 **Episódio 3**: Trabalhando os conceitos de Reação Exotérmica e de Reação Endotérmica

O episódio 3 apresenta o momento em que a professora trabalhou com os estudantes os conceitos científicos de reação exotérmica e reação endotérmica. Reações exotérmicas "são aquelas que liberam calor e possuem a entalpia dos reagentes maior que a entalpia dos produtos, (...), e, consequentemente, apresentam ΔH negativo" (FONSECA, 2010, p. 180). Reações endotérmicas são "aquelas que absorvem calor e possuem a entalpia dos reagentes menor que a entalpia dos produtos, (...), e, consequentemente, apresentam ΔH positivo" (FONSECA, 2010, p. 182).

No estudo da Termoquímica, reconstruir significado para os conceitos científicos de reação exotérmica e reação endotérmica é relevante, por exemplo, para os estudantes compreenderem que toda transformação química envolve liberação ou absorção de energia em forma de calor, pois a formação de novas interações atômicas provoca alteração no estado energético dos átomos envolvidos. Dizer que a combustão do etanol é uma reação exotérmica significa considerar que devido à formação de novas interações entre os átomos envolvidos há liberação de certa quantidade de energia em forma de calor.

Adicionalmente, considerando o tema da sequência de aulas "Combustíveis *versus* Poluição atmosférica", reconstruir significado para os conceitos de reação exotérmica e reação endotérmica poderia contribuir para o entendimento de que as combustões que ocorrem nos motores automotivos são reações exotérmicas, pois ocorrem com liberação de energia na forma de calor, e que este calor liberado corresponde ao poder calorífico dos diferentes combustíveis. Por exemplo: se a combustão da gasolina em motores automotivos é uma reação exotérmica então, o seu poder calorífico (40 546 J/g) corresponde à quantidade de calor liberada na queima de um grama desse combustível.

Considerando que a abordagem aos conceitos de reação exotérmica e reação endotérmica ocorreu em diferentes momentos da sequência de aulas, o episódio "Trabalhando os conceitos de Reação exotérmica e Reação endotérmica" foi dividido em dois segmentos: os segmentos 3.1 e 3.2.

O segmento 3.1 (turnos 308 a 341) apresenta o momento em que a professora: i) introduziu a ideia das reações químicas liberarem ou absorverem energia (turnos 308 a 320); ii) classificou as reações químicas quanto à liberação ou absorção de calor em exotérmicas e endotérmicas, respectivamente (turnos 321 a 336); iii) e categorizou as reações de combustão como reações exotérmicas (turnos 337 a 341), conforme transcrição abaixo:

"308-P: Em todas as transformações químicas vai haver sempre liberação de calor?

309-ES: Vai, vai. **(II)**

310-E_1: Não, não. Acho que não.

311-P: Na combustão há liberação de calor.

312-P: Mas, em todas as transformações químicas, vai haver liberação de calor?

313-E_4: Vai.

314-E_1: Vai não.

315-P: O que foi que a gente viu aqui?

316-P: Calor é uma forma de energia que se transfere de um sistema para outro.

(()) Um estudante complementa:

317-E_1: Quando esse está em diferentes temperaturas. Se tiver na mesma temperatura ele não...

318-P: Mas, existem reações em que é preciso, é necessário que haja uma absorção de calor para que a reação ocorra.

319-E_1: Quando tem aquele triângulozinho, que quer dizer alta temperatura.

320-P: Mas, nas transformações químicas nem sempre há uma liberação de calor.

321-P: Então, nós temos dois tipos de reações.

(()) A professora escreve no quadro os termos: reações exotérmicas e reações endotérmicas.

(()) Os estudantes conversam paralelamente.

322-P: Psiu!

323-P: Então, nós temos as reações EXOTÉRMICAS e as reações ENDOTÉRMICAS.

324-E_3: Eu já estudei isso. Já vi isso em algum lugar.

325-P: Aqui olha.

326-E_1: Exo é fora e endo é dentro.

327-P: Exo é para fora e endo é para dentro.

328-P: Então, a reação exotérmica ela libera ou absorve calor?

329-E_1: Bota para fora.

330-P: A reação exotérmica libera ou absorve?

331-ES: Libera. **(II)**

332-P: Libera calor.

333-E_1: Libera.

334-E_4: Libera.

(()) A professora escreve no quadro a definição de reação exotérmica.

335-P: E nas reações endotérmicas, vai haver o quê?

336-P: Uma... absorção de calor. Ela vai absorver o calor para que a reação ocorra.

(()) A professora escreve no quadro a definição de reação endotérmica.

337-P: A combustão é uma reação endotérmica ou exotérmica?

338-P: PSIU.

339-E_1: Exotérmica.

340-P: Exotérmica, não é isso? Porque vai haver sempre a formação e a liberação de calor.

341-P: Próxima sexta nós vamos continuar. Por hoje é só."

O segmento 3.2 (turnos 342 a 495) apresenta o momento em que a professora: i) retomou os conceitos de reações exotérmicas e endotérmicas (turnos 342 a 361); ii) representou reações exotérmicas e endotérmicas graficamente (turnos 362 a 381); iii) introduziu os conceitos de calor de reação, entalpia e variação de entalpia (turnos 382 a 402); e iv) trabalhou relações entre as reações exotérmicas e endotérmicas e a variação de entalpia (turnos 403 a 495), conforme transcrevemos a seguir:

"342-P: (Inaudível), os tipos de reação, não foi isso?

343-P: Eu perguntei: toda reação será que libera calor? Não.

344-P: Então, a gente viu as reações... Como é que é o nome das reações?

345-E_3: E eu me lembro. (Inaudível). Foi uma palavrinha. Endo não sei o quê...

346-P: Endo não sei o quê? É endo mesmo. Endo e Exo, o quê?

347-P: O que a gente tá estudando?

348-E_3: Temperatura.

349-E_3: Endo...

350-P: Endotérmica e exotérmica.

351-E_7: Isso professora.

352-E_3: Isso aí. Agora a senhora fechou.

353-E_7: Endotérmicas e exotérmicas.

(()) A professora escreve no quadro os termos: reações endotérmicas e reações exotérmicas.

354-P: Então, as reações endotérmicas e exotérmicas...

355-P: Endotérmicas...

356-P: Que tipo de reação é esse? O que ocorre na reação endotérmica?

357-E_3: Endo é para dentro.

358-P: Então, o que ocorre?

359-E_8: Ela absorve.

360-P: Então, as reações exotérmicas liberam calor, não é?

361-E_3: Só porque eu falei primeiro.

362-P: Vamos ver aqui um diagramazinho de energia aqui, não é?

363-P: Vocês sabem que nas reações nós temos os reagentes formando o...

364-E_3: Produto.

365-P: Produtos.

366-P: Então, aqui nós temos reagentes e produtos e vamos ver aqui na reação exotérmica e na reação endotérmica, como é que a gente pode aqui, pelo diagrama, ficar mais fácil para você compreender. Ok?

(()) A professora vai explicando o diagrama para a turma.

367-P: Então, nós temos aqui produtos e reagentes.

368-P: Na reação exotérmica...

369-P: Então nós temos aqui energia.

370-P: E um exemplo da reação endotérmica ou exotérmica, qual seria?

371-P: A gente tá vendo aqui as reações de combustão, não é isso?

372-P: Psiu!

373-P: Então, um exemplo pode ser a combustão do etanol, não é? Que é um combustível, um dos combustíveis que pode ser utilizado no automóvel.

374-P: Como vai ser a reação de combustão?

375-P: O etanol mais o quê?

376-P: Mais o oxigênio, não é?

(()) A professora escreve no quadro a equação química da reação de combustão do etanol.

377-P: Então, aqui nós temos a reação, um diagrama da reação exotérmica.

378-P: E na reação endotérmica...

(()) A professora escreve no quadro um diagrama para a reação endotérmica.

(()) Os estudantes conversam paralelamente.

379-P: Então nós temos como exemplo de uma reação endotérmica, a reação da desidratação do sulfato de cobre... Ok?

380-P: Vamos ver então agora, a partir desse diagrama, como é que a gente vai observar essa variação aí de energia, certo?

381-P: ATENÇÃO.

382-P: A gente viu que essa quantidade de calor, não é, que vai ter nessa reação, uma quantidade de calor que vai ser absorvido ou liberado.

383-P: A gente vai chamar essa quantidade de calor de calor de reação. Ok?

(()) A professora escreve no quadro a definição de Calor de reação.

(()) Os conversam entre si.

384-P: WILLIAM.

(()) A professora chama atenção de um dos estudantes.

385-E_3: Não sou eu não!

386-P: Quem é?

387-P: Então, esse calor que vai ser absolvido ou liberado na reação é chamado de, a gente chama de calor de reação e ele vai ser determinado a partir dos estados iniciais e finais. A energia dos reagentes e a energia dos produtos.

388-P: Então, você vai determinar esse calor de reação considerando o estado inicial da reação e o estado final da reação, ok?

389-P: Então, essa variação aí, esse calor de reação que você pega os estados iniciais e finais é uma propriedade do sistema que a gente chama de entalpia. É denominado de entalpia.

390-E_2: Como?

391-P: ENTALPIA.

(()) A professora escreve no quadro a definição de entalpia.

(()) Os estudantes conversam entre si.

392-P: Entalpia e o símbolo H.

393-P: Psiu.

394-P: Então, esse calor de reação, ele vai ser medido observando-se o estado inicial e final, por isso é uma propriedade desse sistema, e como ele é uma propriedade do sistema, a gente tá tratando essa propriedade como sendo entalpia.

395-P: Então, esse calor de reação aí, que a gente vai calcular, vai ser uma variação que vai ocorrer entre o estado inicial e o estado final. Ok?

396-P: Então, quando a gente vai medir esse calor de reação, a gente vai ver então a variação de entalpia entre o estado inicial e o estado final.

397-P: Então, a variação de entalpia, delta agá, de uma reação...

398-P: Psiu!

399-P: Vai ser igual a quê?

400-P: A entalpia dos produtos... menos a entalpia dos reagentes.

401-P: PSIU.

402-P: Ok?

403-P: Então, o que é que acontece?

404-P: Podemos então determinar se a reação é exotérmica observando essa variação de energia.

405-P: O que é que acontece na reação exotérmica?

406-P: O que é que acontece com delta agá?

407-P: O que é o delta agá?

408-P: O que é uma variação de entalpia?

409-P: Como a gente mede ela?

410-P: A entalpia do produto menos a do reagente.

411-E_3: Dê um exemplo.

412-P: Olhe para o diagrama.

413-P: Como é que vai ser esse delta agá aqui?

(()) A professora direciona a discussão para o diagrama de energia representativo de uma reação exotérmica.

414-P: Quem é maior?

415-P: Quem é a energia maior?

416-E_2: Produto.

417-P: Produtos ou reagentes?

418-ES: Reagentes. **(II)**

419-P: Então, o que é que acontece aqui quando você fizer o delta agá daquela reação?

420-P: Ele vai ser maior do que zero ou menor do que zero?

421-E_8: É o quê?

422-E_3: Maior.

423-E_3: Menor.

424-P: Quem é o número maior?

425-P: OLHA A MATEMÁTICA. Sexta série, não é? Números positivos e negativos.

426-P: Se isso aqui (entalpia dos reagentes) é maior do que isso (entalpia dos produtos) vai ser positivo ou negativo?

427-ES: Negativo. **(II)**

428-P: Negativo.

429-P: Portanto, numa reação EXOTÉRMICA o delta agá é menor do que zero.

430-E_8: Ah, rapaz...

431-P: Quando você tiver uma reação que você ver que o delta aga negativo, é menor que zero, então você já sabe que aquela reação é uma reação... EXOTÉRMICA.

432-E_3: Isso vai variar, se for exo ou endo.

433-P: Sim, e então?

434-P: Na reação endotérmica, o que é que acontece?

435-P: Onde é que a energia é maior?

436-ES: Produto.

437-P: No produto.

438-P: Então, esse delta agá vai ser positivo ou negativo?

439-E_2: Positivo.

440-P: Sempre positivo, não é?

441-P: Você vai ter sempre aqui positivo maior que negativo.

442-P: Então, numa reação endotérmica, o delta aga é maior que zero.

443-P: Psiu!

444-P: Então oh!

445-P: Presta atenção!

446-P: Nós vamos então aqui representar essa equação como sendo o etanol mais o oxigênio formando gás carbônico mais água e mais o quê?

(()) Silêncio na turma.

447-P: O que há no final?

448-E_8: Calor.

449-P: Mais calor que é liberado junto com o produto da reação, não é verdade?

450-P: E nessa reação endotérmica aqui, o que é que vai acontecer?

451-E_8: Endo é a que absorve calor.

452-P: Como é que a gente vai representar aqui?

453-E_3: Então, no caso, o calor tá no produto.

454-P: Ela não absorve calor?

455-P: Então você vai ter aquele reagente mais...

456-ES: Mais o calor. **(II)**

457-$E_{8:}$ Ah rapaz...

458-P: O calor...

459-P: Tá todo mundo com calor aqui hoje!

460-P: Como é que tá aí a liberação de calor? Tá havendo liberação ou tá havendo absorção?

461-E_3: Rosana tá absorvendo todinho o calor para ela.

462-E_2: Mentira William.

463-E_3: (Inaudível)

464-P: Tá havendo a troca de calor, mais você tá querendo dizer outra coisa.

(()) Todos sorriem.

465-E_3: Não, é isso.

466-P: A palavra não é chegando.

467-P: Se seu corpo troca calor com o meio ambiente, ele quer saber o quê?

468-E_3: Rosana tá trocando calor com o ambiente todinho que não tá chegando aqui.

469-P: Mas, se troca calor demais, o que vai acontecer?

470-P: Vai ficar com frio.

471-P: Então tem que atingir o quê?

472-E_2: O equilíbrio.

473-P: O equilíbrio. Era isso que ele queria falar, o equilíbrio térmico.

474-P: Então todo mundo tá entendendo direitinho aqui?

475-ES: Ahã.

476-P: Vocês vão encontrar no livro, vão estudar e vão ver assim: reação endotérmica, delta agá maior do que zero.

477-P: Por que o delta agá é maior do que zero?

478-P: Por que é maior do que zero?

479-P: Então, eu fiz aqui esse diagrama para vocês poderem compreender e a partir da equação.

480-P: Existe uma coisa na equação não é?

481-P: Isso menos isso é maior que zero ou menor do que zero.

482-P: Mas, eu quero que vocês observem aqui oh!

483-P: Por que é maior do que zero e menor do que zero?

484-P: Porque a energia dos reagentes é maior do que a dos produtos. Então, quando você faz a variação do estado final menos o inicial, o que é que acontece?

485-P: Se o reagente é maior e ele é negativo, essa energia, esse delta aga vai ser sempre menor do que zero.

486-P: Se aqui você tem uma reação endotérmica, energia dos reagentes e energia dos produtos, quando você vem aqui para equação, o que é que acontece?

487-P: O que acontece com esse delta agá da reação?

488-P: O produto é maior do que o do reagente.

489-P: Então, ele vai ser sempre maior de zero.

490-P: Então, quando você encontra uma equação e lá junto da equação tem delta agá...

491-E_3: Professora, e se os dois valores forem iguais? E aí? O valor que foi usado for igual?

492-P: Se for igual não vai haver variação de energia. O delta agá é zero.

493-E_3: Sim... Agora eu entendi.

494-P: Se um for igual ao outro não vai ser zero?

495-P: Entenderam?”

Analisamos o *corpus* do episódio 3 tentando compreender a construção discursiva da professora quando trabalhou os conceitos científicos de reação exotérmica e de reação endotérmica. Conforme procedemos nos episódios 1 e 2, no movimento analítico foram consideradas as finalidades comunicativas e os propósitos (dimensão situacional) e as atitudes enunciativas e enuncivas (dimensão discursiva).

Quanto à finalidade comunicativa, relativa à intencionalidade psico-sócio-discursiva que determina a expectativa do ato de linguagem do sujeito falante e, por conseguinte, da própria troca linguageira (CHARAUDEAU, 2010), iniciamos a análise da construção discursiva da professora segundo suas visadas comunicativas, aquelas definidas por um duplo critério: a intenção pragmática do "eu" em relação à posição que ele ocupa frente ao "tu" e a posição que, da mesma forma, "tu" deve ocupar (CHARAUDEAU, 2004). Nessa perspectiva, identificamos duas visadas comunicativas: a visada de informação, aquela em que o "eu" quer fazer saber e está legitimado em sua posição de saber (CHARAUDEAU, 2004); e a visada de demonstração, aquela em que o "eu" quer estabelecer uma verdade e mostrar as provas (CHARAUDEAU, 2004).

Registramos a visada de informação quando a professora quis transmitir aos estudantes os seguintes fatos e/ou conceitos científicos: i) as reações químicas podem ser exotérmicas ou endotérmicas considerando a liberação ou absorção de calor (turnos 308 a 336 e 342 a 361); ii) as reações de combustão são exotérmicas pois liberam calor (turnos 337 a 341); iii) o calor liberado ou absorvido em processos químicos é definido como calor de reação (turnos 380 a 388); iv) entalpia é uma propriedade de um processo químico quando ocorre a pressão constante (turnos 389 a 394); e v) a variação de entalpia de uma reação indica se a mesma é exotérmica ou endotérmica (turnos 404 a 442). Ilustramos este tipo de visada conforme transcrição a seguir (turnos 337 a 441):

"337-P: A combustão é uma reação endotérmica ou exotérmica?

338-P: PSIU.

339-E_1: Exotérmica.

340-P: Exotérmica, não é isso? Porque vai haver sempre a formação e a liberação de calor.

341-P: Próxima sexta nós vamos continuar. Por hoje é só."

Quando a professora anunciou que a combustão é uma reação é exotérmica porque ocorre com liberação de calor (turno 340), quis um fazer saber (fazer que os estudantes soubessem que numa reação exotérmica há liberação de calor), estando legitimada em sua posição de saber (ela é a professora) e os estudantes em sua posição de dever saber.

A visada de demonstração foi identificada quando a professora desencadeou relações de causa e efeito entre fatos e/ou conceitos científicos para provar como verdade que se pode determinar se uma reação é exotérmica ou endotérmica considerando os sinais de suas respectivas variações de entalpia, conforme o exemplo a seguir (turnos 405 a 431):

"405-P: O que é que acontece na reação exotérmica?

406-P: O que é que acontece com delta agá?

407-P: O que é o delta agá?

408-P: O que é uma variação de entalpia?

409-P: Como a gente mede ela?

410-P: A entalpia do produto menos a do reagente.

411-E_3: Dê um exemplo.

412-P: Olhe para o diagrama.

413-P: Como é que vai ser esse delta agá aqui?

(()) A professora direciona a discussão para o diagrama de energia representativo de uma reação exotérmica.

414-P: Quem é maior?

415-P: Quem é a energia maior?

416-E_2: Produto.

417-P: Produtos ou reagentes?

418-ES: Reagentes. **(II)**

419-P: Então, o que é que acontece aqui quando você fizer o delta agá daquela reação?

420-P: Ele vai ser maior do que zero ou menor do que zero?

421-E_8: É o quê?

422-E_3: Maior.

423-E_3: Menor.

424-P: Quem é o número maior?

425-P: OLHA A MATEMÁTICA. Sexta série, não é? Números positivos e negativos.

426-P: Se isso aqui (entalpia dos reagentes) é maior do que isso (entalpia dos produtos) vai ser positivo ou negativo?

427-ES: Negativo. **(II)**

428-P: Negativo.

429-P: Portanto, numa reação EXOTÉRMICA o delta agá é menor do que zero.

430-E_8: Ah, rapaz...

431-P: Quando você tiver uma reação que você ver que o delta aga negativo, é menor que zero, então você já sabe que aquela reação é uma reação... EXOTÉRMICA."

No trecho transcrito acima, há o registro do momento em que foi exposto aos estudantes que a variação de entalpia indica se a reação é exotérmica ou endotérmica: P - Podemos então determinar se a reação é exotérmica observando essa variação de energia (turno 404). Para confirmar sua proposição, a professora tomou por base o diagrama de

energia de uma reação exotérmica escrito no quadro e a variação de entalpia como entalpia dos produtos menos entalpia dos reagentes (turnos 406 a 442).

Nesse momento, ela quis estabelecer uma verdade (reação exotérmica tem variação de entalpia negativa e reação endotérmica tem variação de entalpia maior que zero) e mostrar evidências (pelos cálculos da variação de entalpia) que provam esta verdade, estando legitimada em sua posição de autoridade de saber (ela é a professora), e os estudantes em sua posição de ter que receber essa verdade sobre as reações exotérmicas e reações endotérmicas.

Em conjunto, a construção discursiva da professora no episódio "Trabalhando os conceitos de Reação Exotérmica e Reação Endotérmica" foi orientada por duas finalidades comunicativas: a de fazer saber (informar) e a de fazer crer (demonstrar verdades com o uso de provas) sobre fatos e/ou conceitos científicos relativos às reações exotérmicas e endotérmicas.

Quanto aos propósitos, concebidos como os referentes do discurso (CHARAUDEAU, 2009), as interlocuções entre a professora e os estudantes ocorreram em torno dos conceitos científicos de reação exotérmica e reação endotérmica. Para trabalhar esses conceitos como reação química que libera calor e reação química que absorve calor, respectivamente, a professora contemplou outros conceitos científicos, conforme a figura a seguir (Figura 09).

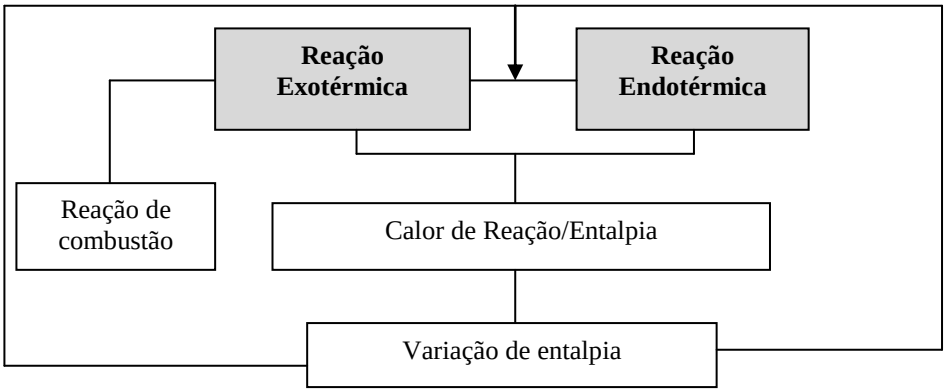

Figura 09: Representação da articulação entre os conceitos de reação exotérmica e reação endotérmica com outros conceitos científicos

Segundo a figura 09, os conceitos de reação exotérmica e reação endotérmica neste episódio foram os macrotemas porque representaram o domínio do saber tratado nas interlocuções (CHARAUDEAU, 2009), seguido de outros conceitos científicos, tais como: i) reação de combustão; ii) calor de reação ou entalpia; e iii) variação de entalpia.

Conforme procedemos nos episódios anteriores, após a análise das finalidades comunicativas e dos propósitos neste episódio, mudamos o movimento de análise empregado

até agora ao considerarmos que mesmo sobredeterminado pelas restrições situacionais, o sujeito falante dispõe de uma margem de manobra que lhe permite "distinguir-se por sua maneira de tomar a palavra, de estabelecer sua relação com o outro e de tematizar seu propósito" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 273) em um ato de individuação (CHARAUDEAU, 2004).

Doravante, levamos em conta os dados internos, ou seja, o "conjunto dos comportamentos linguageiros esperados quando os dados externos da situação de comunicação são percebidos, depreendidos, reconhecidos" (CHARAUDEAU, 2009, p. 70). Portanto, continuamos o movimento analítico do *corpus* deste episódio evidenciando as estratégias discursivas, aquelas relacionadas aos modos de organização do discurso (enunciativo, descritivo, narrativo e argumentativo) (CHARAUDEAU, 2008a).

Sobre o modo enunciativo, analisamos as atitudes enunciativas da professora, visando compreender como esta estabeleceu relação de influência sobre os estudantes (atitudes enunciativas alocutivas), como expressou seus pontos de vista (atitudes enunciativas elocutivas) e como estabeleceu relação com outros discursos (atitudes enunciativas delocutivas). Nessa direção, tomamos por base as categorias modais propostas por Charaudeau (2008a): interpelação, injunção, autorização, aviso, julgamento, sugestão, proposta, interrogação, petição (categorias modais alocutivas); constatação, opinião, apreciação, obrigação, promessa, proclamação (categorias modais elocutivas); e asserção e discurso relatado (categorias modais delocutivas).

Quanto às atitudes enunciativas alocutivas (CHARAUDEAU, 2008a), ou seja, como a professora enunciou diante dos estudantes, identificamos cinco categorias modais alocutivas descritas a seguir: interpelação, injunção autorização, interrogação e aviso.

Interpelação: quando a professora designou os estudantes como seus interlocutores através de uma identificação mesmo que indeterminada, ao tempo em que atribuiu a si um estatuto a que autoriza envolvê-los (CHARAUDEAU, 2008a). A interpelação foi registrada quando a professora se dirigiu aos estudantes através de pronomes de tratamento, pronomes indefinidos ou pronomes pessoais, tais como: você, vocês, nós ou a gente (turnos 315, 321, 323, 344, 347, 362, 363, 366, 367, 369, 371, 377, 379, 380, 387, 388, 389, 395, 396, 409, 419, 431, 446, 452, 455, 459, 464, 476, 479, 482, 484, 486, 490, 495), conforme ilustramos a seguir (turnos 389 a 391):

"389-P: Então, essa variação aí, esse calor de reação que você pega os estados iniciais e finais é uma propriedade do sistema que a gente chama de entalpia. É denominado de entalpia.

390-E_2: Como?

391-P: ENTALPIA.”

Dirigindo-se aos estudantes por você (turno 389), a professora designou-os como seus interlocutores, como co-participantes das trocas discursivas, esperando que eles ao se reconhecerem como tal participassem das interlocuções, ao tempo em que atribuiu a si um estatuto que a autorizava a interpelá-los.

Injunção: quando a professora declarou com seus enunciados uma ação ou comportamento para os estudantes executarem de forma imperativa, ao tempo que atribuiu a si um estatuto de poder (CHARAUDEAU, 2008a). Identificamos a injunção quando a professora ordenou aos estudantes que fizessem silêncio ou prestassem atenção (turnos 322, 325, 338, 372, 381, 384, 393, 398, 401, 412, 443, 444, 445, 482), conforme exemplificamos abaixo (turnos 321 a 327):

“321-P: Então, nós temos dois tipos de reações.

(()) A professora escreve no quadro os termos: reações exotérmicas e reações endotérmicas.

(()) Os estudantes conversam paralelamente.

322-P: Psiu!

323-P: Então, nós temos as reações EXOTÉRMICAS e as reações ENDOTÉRMICAS.

324-E_3: Eu já estudei isso. Já vi isso em algum lugar.

325-P: Aqui olha.

326-E_1: Exo é fora e endo é dentro.

327-P: Exo é para fora e endo é para dentro.”

Nesse momento a professora impôs dois comportamentos aos estudantes: o de fazerem silêncio (turno 322) e o de prestarem atenção ao que está sendo trabalhado (turno 325). Ao impor esses comportamentos aos estudantes de forma imperativa, a professora atribuiu a si um estatuto legitimo de poder e de autoridade em sua sala de aula.

Autorização: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma ação para os estudantes executarem, julgando-os aptos para fazerem ou dizerem, ao mesmo tempo em que, concedendo-lhes o direito de fazer ou dizer, atribuiu a si um estatuto de poder (CHARAUDEAU, 2008). A autorização foi percebida quando a professora permitiu, explícita ou implicitamente, através de interrogações ou de enunciados incompletos, que os estudantes se expressassem (turnos 308, 312, 315, 328, 330, 335, 337, 342, 344, 346, 347, 355, 356, 358, 360, 362, 363, 370, 371, 374, 375, 376, 379, 380, 383, 386, 388, 395, 399, 402, 403, 405, 406, 407, 408, 409, 413, 414, 415, 417, 419, 420, 424, 426, 433, 434, 435, 438, 440, 446, 447, 449, 450, 452, 454, 455, 460, 467, 469, 471, 474, 477, 478, 480, 483, 484, 486, 487, 494, 495), como ilustramos a seguir (turnos 363 a 365):

“363-P: Vocês sabem que nas reações nós temos os reagentes formando o...

364-E_3: Produto.

365-P: Produtos."

Quando a professora enunciou: P - Vocês sabem que nas reações nós temos os reagentes formando o... (turno 363), e não completou seu enunciado, esperava que os estudantes o fizessem. Nesse momento, ela autorizou-os implicitamente a se expressarem, como fez o estudante E_3: E_3 - Produtos (turno 364).

Interrogação: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma informação a adquirir pedindo aos estudantes que respondessem sobre algo, ao tempo em que, impondo-lhes o papel de interrogados, atribuiu a si o direito de interrogar (CHARAUDEAU, 2008a). A interrogação foi identificada quando a professora perguntou sobre algo aos estudantes (turnos 308, 312, 315, 328, 330, 335, 337, 340, 342, 344, 346, 347, 356, 358, 360, 362, 366, 370, 371, 374, 375, 376, 379, 380, 383, 386, 388, 395, 399, 402, 403, 405, 406, 407, 408, 409, 413, 414, 415, 417, 419, 420, 424, 426, 434, 435, 438, 440, 446, 447, 449, 450, 452, 454, 460, 467, 469, 471, 474, 477, 478, 480, 483, 484, 486, 487, 494, 495), conforme exemplificamos abaixo (turnos 415 a 423):

"415-P: Quem é a energia maior?

416-E_2: Produto.

417-P: Produtos ou reagentes?

418-ES: Reagentes. **(II)**

419-P: Então, o que é que acontece aqui quando você fizer o delta agá daquela reação?

420-P: Ele vai ser maior do que zero ou menor do que zero?

421-E_8: É o quê?

422-E_3: Maior.

423-E_3: Menor."

Nesse momento, a professora destacava as relações entre reação exotérmica e reação endotérmica e suas respectivas variações de entalpia. Tomando como exemplo o diagrama de energia de uma reação exotérmica, ela interrogou os estudantes sobre quem tem maior energia: produtos ou reagentes (turnos 415 e 417), estabelecendo com seu enunciado uma informação a adquirir, ao tempo em que impôs aos estudantes o papel de interrogados e atribuiu a si o direito de questionar.

No quadro das interrogações feitas pela professora, identificamos três tipos diferentes de interrogação: i) interrogações plenas, aquelas que requerem resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997); ii) interrogações retóricas, aquelas que não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência do interlocutor (FÁVERO, 2000); iii) interrogações semirretóricas, aquelas que requerem respostas, mas são respondidas pelo locutor e não pelo interlocutor (MARTELLOTA, 1997).

Interrogações plenas foram registradas quando a professora solicitava explicitamente respostas dos estudantes (turnos 308, 312, 328, 330, 337, 344, 346, 347, 356, 358, 370, 374, 375, 405, 406, 407, 408, 413, 414, 415, 417, 419, 420, 424, 426, 433, 434, 435, 438, 446, 447, 450, 452, 460, 467, 471, 477, 478), como exemplificamos a seguir (turnos 308 e 314):

"308-P: Em todas as transformações químicas vai haver sempre liberação de calor?

309-ES: Vai, vai. **(II)**

310-E_1: Não, não. Acho que não.

311-P: Na combustão há liberação de calor.

312-P: Mas, em todas as transformações químicas, vai haver liberação de calor?

313-E_4: Vai.

314-E_1: Vai não."

No trecho transcrito, a professora queria classificar as reações químicas em exotérmicas e endotérmicas e perguntou: P - Em todas as transformações químicas vai haver sempre liberação de calor? (turno 308). Nesse momento, a interrogação da professora exigiu uma resposta dos estudantes, como de fato dois estudantes responderam: E_4 - Vai (turno 313) e E_1 - Vai não (turno 314).

Identificamos as interrogações retóricas quando as perguntas lançadas pela professora não requeriam respostas, mas visavam manter a atenção e o envolvimento dos estudantes durante as interlocuções (turnos 342, 360, 362, 366, 371, 376, 379, 380, 383, 388, 395, 402, 440, 449, 474, 480, 495), conforme ilustramos abaixo (turnos 434 a 440):

"434-P: Na reação endotérmica, o que é que acontece?

435-P: Onde é que a energia é maior?

436-ES: Produto.

437-P: No produto.

438-P: Então, esse delta agá vai ser positivo ou negativo?

439-E_2: Positivo.

440-P: Sempre positivo, não é?"

A professora explicando o sinal da variação de entalpia para reações endotérmicas, perguntou aos estudantes: P - Na reação endotérmica, o que é que acontece? (turno 434). Após considerarem que os produtos desse tipo de reação têm energia maior que os reagentes, chegaram à conclusão o delta agá para as reações endotérmicas é positivo. Em seguida, a professora enunciou: P: Sempre positivo, não é? (turno 440). Nesse momento, a interrogativa da professora não queria obter uma resposta dos estudantes, mas o apoio dos mesmos sobre o delta agá da reação endotérmica ser positivo.

Interrogações semirretóricas foram registradas quando a professora lançava as perguntas aos estudantes e ela mesma as respondia (turnos 315, 335, 399, 403, 409, 469, 483, 484, 487), como ilustramos abaixo (turnos 312 a 316):

"312-P: Mas, em todas as transformações químicas, vai haver liberação de calor?

313-E_4: Vai.

314-E_1: Vai não.

315-P: O que foi que a gente viu aqui?

316-P: Calor é uma forma de energia que se transfere de um sistema para outro."

Nesse momento, a professora pretendia expor os conceitos de reação exotérmica e reação endotérmica e com esse intuito, questionou aos estudantes: P: O que foi que a gente viu aqui? (turno 315). Entretanto, ao tempo em que fez a pergunta, ela mesma respondeu sem dar tempo para os estudantes para fazê-lo: P: Calor é uma forma de energia que se transfere de um sistema para outro (turno 316).

Aviso: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma ação, supondo importante declará-la (CHARAUDEAU, 2008a). O aviso foi identificado quando a professora calculando a variação de entalpia junto aos estudantes percebeu que os mesmos se atrapalhavam com os jogos de sinais e alertou-os a considerarem as regras matemáticas com números positivos e negativos: P - OLHA A MATEMÁTICA. Sexta série, não é? Números positivos e negativos (turno 425).

Quanto às atitudes enunciativas elocutivas (CHARAUDEAU, 2008a), ou seja, como a professora expressou seus pontos de vista, não identificamos neste episódio "marcas" de subjetividade na construção discursiva da professora que revelassem sua posição, sua avaliação ou seu engajamento em relação ao dito.

Quanto às atitudes enunciativas delocutivas, aquelas que mostram a relação da professora com outros discursos, identificamos a categoria modal delocutiva de **asserção**. As asserções foram identificadas quando a professora, ao estabelecer relação com o discurso científico, apagou-se em seu ato de enunciação (CHARAUDEAU, 2008a) (turnos 311, 316, 318, 320, 327, 332, 336, 340, 350, 354, 363, 365, 373, 377, 387, 391, 392, 394, 400, 404, 410, 429, 431, 437, 481, 485, 488, 489, 492), como ilustrado a seguir (turnos 487 a 489):

"487-P: O que acontece com esse delta agá da reação?

488-P: O produto é maior do que o do reagente.

489-P: Então, ele vai ser sempre maior de zero."

Quando a professora enunciou: P - O produto é maior do que o reagente (turnos 488) e P - Então, ele vai ser sempre maior de zero (turno 489), referindo-se à soma das entalpias dos produtos e reagentes envolvidos na reação e à variação de entalpia, respectivamente, o fez de

modo assertivo. A professora enunciou de modo assertivo à medida que seu enunciado foi independente dos interlocutores (CHARAUDEAU, 2008a) e testemunhou uma terceira voz: a do discurso científico, apresentando-o como verdade.

Conforme procedemos nos episódios anteriores, a representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas foi organizada em gráfico de colunas (Gráfico 06).

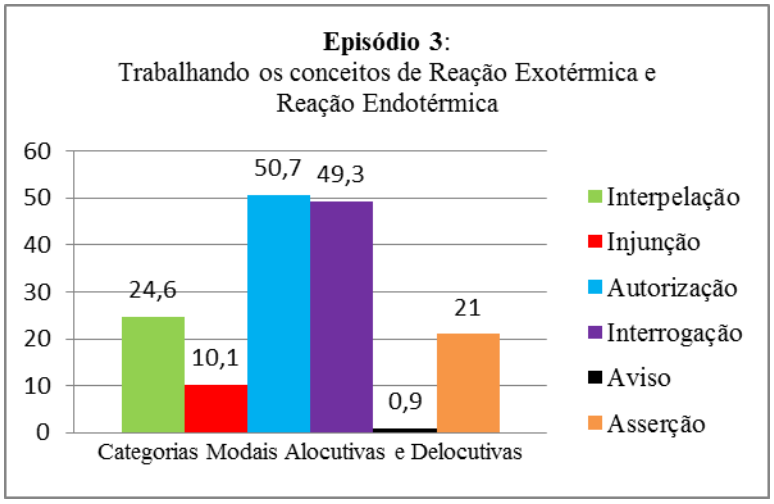

Gráfico 06: Representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas no episódio 3

Os dados do Gráfico 06 mostram que a autorização foi a que mais se destacou neste episódio, visto que do total dos 138 turnos de fala da professora, 50,7% deles corresponderam às oportunidades dadas aos estudantes para se expressarem seja por enunciações incompletas, seja por interrogações.

Como registrado no episódio 1, a maioria dessas oportunidades foi dada por meio de interrogações, pois dos 138 turnos de fala da professora, 68 ou 49,3% corresponderam aos questionamentos feitos aos estudantes. Nesse sentido, criar condições para os estudantes se expressarem na sala de aula interrogando-os, foi uma estratégia discursiva para a qual a professora lançou mão quando trabalhou os conceitos de reação exotérmica e reação endotérmica.

Quanto às interrogações, registramos interrogações plenas, aquelas que requerem resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997), interrogações retóricas, aquelas que não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência do interlocutor (FÁVERO, 2000), e interrogações semirretóricas, aquelas que são feitas e respondidas pelo locutor (MARTELLOTA, 1997). Por exemplo, quando a professora enunciou: P - Então, esse delta agá vai ser positivo ou negativo? (turno 438), lançou mão de uma interrogação plena, pois solicitou explicitamente uma resposta dos estudantes. Em outros momentos, a professora

interrogou retoricamente os estudantes ao não solicitar necessariamente uma resposta, mas a anuência dos mesmos sobre, por exemplo, o sinal da variação de entalpia numa reação endotérmica: P - Sempre positivo, não é? (turno 440). As interrogações foram identificadas como semirretóricas quando a professora interrogava os estudantes, porém ela mesma respondia. Por exemplo, quando a professora perguntou: P - Como a gente mede ela? (turno 409), referindo-se ao cálculo da variação de entalpia, ela mesma respondeu: P - A entalpia do produto menos a do reagente (turno 410).

A representatividade das interrogações plenas, retóricas e semirretóricas ao longo do episódio 3 está apresentada conforme gráfico a seguir (Gráfico 07).

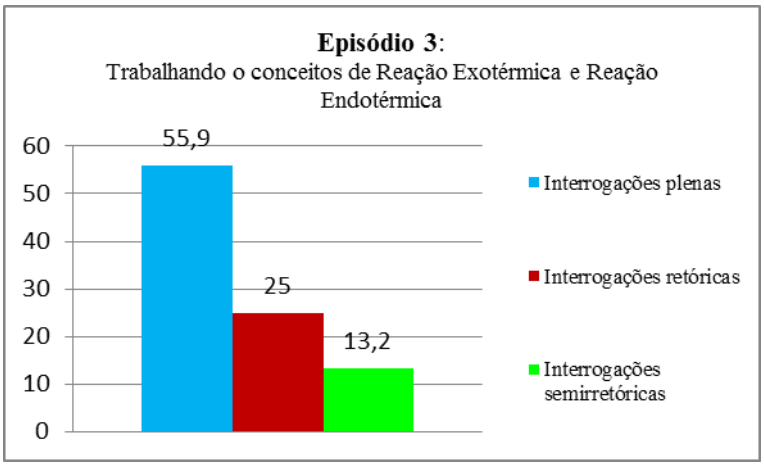

Gráfico 07: Representatividade dos tipos de interrogações no episódio 3

Com base no Gráfico 07 constatamos que dos 68 turnos de fala da professora que corresponderam às interrogações, 38 ou 55,9% deles envolveram perguntas plenas. Entretanto, diferentemente do que registramos no episódio 1, o domínio das interrogações plenas sobre as interrogações retóricas e semirretóricas pode ser justificado tanto pelo interesse da professora em verificar o entendimento dos estudantes sobre o que está sendo anunciado como por uma intenção de engajá-los nas interlocuções.

Esse fato pode ser constatado com o aumento das interrogações retóricas em relação ao episódio 2, através das quais a professora lançou as perguntas aos estudantes para chamar a atenção e conseguir a anuência dos mesmos na tentativa de convencê-los a aderirem sobre o que ela anunciava.

Como registramos nos episódios anteriores, as interrogações plenas lançadas pela professora foram convergentes, aquelas que implicam respostas únicas, curtas e previsíveis (PEREIRA, 1991). Por exemplo: quando a professora perguntou aos estudantes: P - Mas, em todas as transformações químicas, vai haver liberação de calor? (turno 312), solicitou uma

resposta curta que não exigiu uma maior reflexão por parte dos mesmos, como de fato teve como respostas: E_4 - Vai (turno 313) e E_1 - Vai não (turno 314). Conforme constatado nos episódios anteriores, a dinâmica da professora de interrogar e confirmar as respostas dos estudantes durante as interlocuções também foi recorrente ao longo deste episódio.

Como constatado nos episódios 1 e 2, embora não sejam explicitamente retóricas, as interrogações plenas convergentes lançadas pela professora tiveram uma conotação retórica, visto que suas finalidades na construção discursiva foram checar se os estudantes estavam acompanhando suas explicações, selecionar e revisar fatos e/ou conceitos científicos, e conduzir os estudantes numa determinada linha de raciocínio através de perguntas para as quais a professora já sabia as respostas.

Dirigir-se aos estudantes, explicitamente ou implicitamente, através da interpelação fazendo-os sentirem-se co-participantes da aula foi outra estratégia discursiva da professora, embora com menor frequência se comparada à autorização e à interrogação.

Um fato constatado neste episódio foi um aumento da injunção em relação aos episódios anteriores. À medida que as aulas aconteciam, as conversas paralelas entre os estudantes aumentavam. Nesse sentido, o fato da professora ter recorrido às palavras de ordem com maior frequência neste episódio pode ser justificado pela necessidade de um maior controle sobre o comportamento, engajamento e a atenção dos estudantes.

Quanto ao discurso científico, a professora expressou-o pela objetividade, visto que dos 138 turnos de fala, 29 ou 21% foram enunciados assertivos. Portanto, como registramos nos episódios 1 e 2, quando a professora expressou os conceitos científicos o fez como verdades.

Em síntese, criar condições para os estudantes se expressarem, interrogá-los por meio de interrogações plenas convergentes para conferir e acompanhar a aprendizagem dos mesmos, enunciar palavras de ordem para conseguir o controle e a atenção e apresentar o discurso científico como verdade, foram estratégias discursivas da professora quando trabalhou os conceitos de reação exotérmica e reação endotérmica, estratégias decorrentes das identidades psicossociais legitimadas e reconhecidas para/pela a professora e para/pelos os estudantes no contexto escolar.

Analisadas as atitudes enunciativas, continuamos o movimento analítico do *corpus* do episódio 3 visando compreender a construção discursiva da professora em função dos outros modos de organização do discurso: descritivo, narrativo e argumentativo (CHARAUDEAU, 2008a). Conforme procedemos nos episódios anteriores, tivemos como objetivo identificar as atitudes enuncivas da professora quando organizou discursivamente os conceitos de reação

exotérmica e reação endotérmica. Para tanto, tomamos como categorias de análise procedimentos desses modos de organização discursiva.

Evidências do modo descritivo, aquele que "consiste em ver o mundo com um 'olhar parado', que faz existir os seres ao nomeá-los, localizá-los e atribuir-lhes qualidades que os singularizam" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 111) (aspas do autor), foram registradas quando a professora nomeou e qualificou fatos e/ou conceitos científicos, como exemplificamos a seguir (turnos 395 a 400):

"395-P: Então, esse calor de reação aí, qua a gente vai calcular, vai ser uma variação que vai ocorrer entre o estado inicial e o estado final, ok?

396-P: Então, quando a gente vai medir esse calor de reação, a gente vai ver então a variação de entalpia entre o estado inicial e o estado final.

397-P: Então, a variação de entalpia, delta agá, de uma reação...

398-P: Psiu!

399-P: Vai ser igual a quê?

400-P: A entalpia dos produtos... menos a entalpia dos reagentes."

Explicando o conceito de entalpia como propriedade de um sistema que é dada em termos de variação, a professora enunciou: P - Então, esse calor de reação aí, que a gente vai calcular, vai ser uma variação que vai ocorrer entre o estado inicial e o estado final, ok? (turno 395). Nesse sentido, ela nomeou a relação matemática entre entalpia dos produtos e a entalpia dos reagentes de variação de entalpia (turnos 397 a 400), mostrando evidência do uso de um dos componentes do modo descrito: o componente nomear (CHARAUDEAU, 2008a).

Identificamos evidências do modo argumentativo, aquele que constitui o mecanismo que permite a construção de explicações sobre asserções feitas acerca do mundo (CHARAUDEAU, 2008a), numa perspectiva demonstrativa, quando a professora estabeleceu uma relação de causa e efeito entre a variação de entalpia e as reações exotérmicas e endotérmicas, conforme ilustramos a seguir (turnos 404 a 431):

"404-P: Podemos então determinar se a reação é exotérmica observando essa variação de energia.

405-P: O que é que acontece na reação exotérmica?

406-P: O que é que acontece com delta agá?

407-P: O que é o delta agá?

408-P: O que é uma variação de entalpia?

409-P: Como a gente mede ela?

410-P: A entalpia do produto menos a do reagente.

411-E_3: Dê um exemplo.

412-P: Olhe para o diagrama.

413-P: Como é que vai ser esse delta agá aqui?

(()) A professora direciona a discussão para o diagrama de energia representativo de uma reação exotérmica.

414-P: Quem é maior?

415-P: Quem é a energia maior?

416-E_2: Produto.

417-P: Produtos ou reagentes?

418-ES: Reagentes. **(II)**

419-P: Então, o que é que acontece aqui quando você fizer o delta agá daquela reação?

420-P: Ele vai ser maior do que zero ou menor do que zero?

421-E_8: É o quê?

422-E_3: Maior.

423-E_3: Menor.

424-P: Quem é o número maior?

425-P: OLHA A MATEMÁTICA. Sexta série, não é? Números positivos e negativos.

426-P: Se isso aqui (entalpia dos reagentes) é maior do que isso (entalpia dos produtos) vai ser positivo ou negativo?

427-ES: Negativo. **(II)**

428-P: Negativo.

429-P: Portanto, numa reação EXOTÉRMICA o delta agá é menor do que zero.

430-E_8: Ah, rapaz...

431-P: Quando você tiver uma reação que você ver que o delta aga negativo, é menor que zero, então você já sabe que aquela reação é uma reação... EXOTÉRMICA."

Neste trecho transcrito, a professora afirmou que se pode determinar se uma reação química é exotérmica considerando a variação de entalpia (turno 404). Em seguida, ela questionou o que acontece com o delta agá de uma reação exotérmica considerando as energias dos produtos e dos reagentes expressas no diagrama de energia escrito no quadro (turnos 405 a 428). Nesse momento, identificamos uma lógica argumentativa no discurso da professora pelo estabelecimento de relações de causalidade entre asserções (asserção de partida, asserção de passagem e asserção de chegada) (CHARAUDEAU, 2008a).

A partir da asserção de partida (identificação de uma reação exotérmica): P- Podemos então determinar se a reação é exotérmica observando essa variação de energia. (turno 404), a professora desenvolveu um encadeamento de asserções, as chamadas asserções de passagem (turnos 405 a 428), numa lógica argumentativa que visava convencer os estudantes a aceitarem sua asserção de chegada (As reações exotérmicas têm o ΔH negativo): P- Quando você tiver uma reação que você ver que o delta aga negativo, é menor que zero, então você já sabe que aquela reação é uma reação... EXOTÉRMICA (turno 431).

Em conjunto, as relações estabelecidas entre asserção de partida, asserções de passagem e a asserção de chegada são evidência da razão demonstrativa (CHARAUDEAU,

2008a) na construção discursiva da professora, um dos elementos do modo argumentativo de organização do discurso.

Enfim, uma síntese das análises da construção discursiva da professora em termos das restrições situacionais, das atitudes enunciativas e das atitudes enuncivas neste episódio está apresentada a seguir (Quadro 15).

Quadro 15: Síntese da análise do episódio 3 "Trabalhando os conceitos de Reação Exotérmica e Reação Endotérmica"

Restrições situacionais	Atitudes Enunciativas	Atitudes Enuncivas
Identidades Psicossociais Professora detentora do saber Estudantes com saber lacunar **Finalidades** Fazer saber (Visada de informação) Fazer crer (Visada de demonstração) **Propósitos** Macrotemas: Reação exotérmica e Reação endotérmica Outros temas: Reação de combustão, Calor de reação, Entalpia, Variação de entalpia **Circunstâncias Materiais** Situação de comunicação interlocutiva	**Alocutivas:** Interpelação Injunção Autorização Interrogação: Plenas, Retóricas e Semirretóricas Aviso **Delocutivas:** Asserção	**Descritiva** Nomear fatos e/ou conceitos científicos **Argumentativa** Demonstrar relações de causalidade

5.4 **Episódio 4**: Trabalhando o conceito de Entalpia de Formação

O episódio 4 apresenta o momento em que a professora trabalhou com os estudantes o conceito científico de entalpia de formação. Por entalpia de formação entende-se a "variação de entalpia, (...), envolvida na reação de formação de 1 mol de moléculas de determinada substância, a partir de substâncias simples na forma alotrópica mais estável, em condições-padrão" (FONSECA, 2010, p. 198).

No estudo da Termoquímica, reconstruir significado para o conceito científico de entalpia de formação é relevante, por exemplo, para os estudantes compreenderem que todo processo de formação de um composto químico envolve liberação ou absorção de certa quantidade de energia em forma de calor. Por exemplo: se a entalpia de formação do etanol é igual a – 277 $KJ.mol^{-1}$, então, essa quantidade de energia corresponde àquela liberada para formar um mol desse composto em condições-padrão.

Adicionalmente, considerando o tema da sequência de aulas "Combustíveis versus Poluição atmosférica", reconstruir significado para o conceito de entalpia de formação

poderia contribuir para o entendimento de que o poder calorífico dos combustíveis, ou seja, a variação de entalpia das reações de combustão pode ser calculada a partir das entalpias de formação das substâncias envolvidas: reagentes e produtos.

Considerando que a abordagem ao conceito científico de entalpia de formação aconteceu em um único momento da sequência de aulas, o episódio "Trabalhando o conceito de entalpia de formação" não foi dividido em segmentos.

O episódio 4 (turnos 496 a 648) apresenta o momento em que a professora: i) introduziu a ideia de que os combustíveis têm diferentes entalpias de formação (turnos 496 e 497); ii) relacionou a entalpia de formação à variação de entalpia (turnos 498 a 510); iii) definiu entalpia de formação (turnos 511 e 512); iv) e trabalhou o cálculo da variação de entalpia a partir das entalpias de formação dos compostos envolvidos uma transformação química (turnos 513 a 648), conforme transcrição a seguir:

"496-P: Isso aqui a gente tá trabalhando numa reação, não é? Só que cada composto, cada combustível desse, no caso, o etanol, a gasolina, o gás metano, cada composto desse, ele vai ter uma entalpia de formação diferente.

497-P: Para que se forme aquela molécula, vai existir uma entalpia padrão de formação para cada composto. Certo?

498-P: E a partir daí... Se você tivesse a energia desse composto e a desse, desse e desse, você poderia então, calcular esse delta agá.

(()) A professora aponta para a equação escrita no quadro.

499-P: Não vai ser a dos produtos menos a dos reagentes?

500-P: Então, existe não é?

501-P: Ninguém tem que decorar. Aqui no livro, por exemplo, tem uma tabela que são os valores tabelados que você não tem que decorar não.

(()) A professora abre o livro e mostra a tabela dos calores de formação de várias substâncias para a turma.

502-P: Quando você precisar usar, você vai usar a tabela, não é? Por exemplo: numa prova que vocês façam de Enem, de vestibular, concurso, que tenha alguma questão que você vai envolver esse calor, essa entalpia de formação, você vai ter esses dados na prova.

503-P: É lógico. Quem era louco, não é?

504-P: Nem o professor, nem um estudioso, nem pesquisador. Ninguém vai decorar isso aqui não! O calor de formação, não é? A entalpia de formação de cada composto.

505-P: Então, você tem aqui oh, tabelado.

506-P: Se você quisesse calcular o delta agá dessa reação, o que você fazia?

507-P: Você vem então aqui, para cada composto, (inaudível) qual é a entalpia de formação do etanol, do oxigênio, do gás carbônico, da água. Fazia reagentes, produtos e joga então aqui na equação. O delta agá da reação vai ser a entalpia dos produtos menos a dos reagentes. E você então, calcula essa entalpia aqui, essa variação de energia.

508-E_8: Eu aposto que não vou conseguir decorar esse nome...

509-E_3: ENTALPIA.

510-P: Então, nós temos aqui a entalpia de formação, a gente tá vendo entalpia de reação que você pode medir quando tem a liberação do calor. Mas, você pode também fazer não é? Calcular essa entalpia através das entalpias padrão de formação de cada composto.

(()) A professora escreve no quadro a definição de entalpia de formação.

(()) Os estudantes conversam paralelamente

511-P: A entalpia de formação é a entalpia, a entalpia padrão de formação corresponde à entalpia para produzir um mol da substância a partir de substâncias simples a uma atmosfera e vinte e cinco graus Celsius.

512-P: Então, CADA substância vai ter a sua entalpia padrão de formação.

513-P: Vamos... Vocês querem fazer esse exemplo aqui, prá gente calcular o delta agá dessa reação?

514-E_2: É bom, não é professora?

(()) A professora se refere à entalpia de combustão do etanol.

515-E_3: Precisa não.

516-E_8: Faça, faça.

517-P: O que é que a gente iria fazer?

518-P: Você tem aqui oh.

(()) A professora apresenta a tabela do livro que contém as entalpias de formação das substâncias.

519-P: Nessa tabela e a gente vinha aqui e iria ver.

520-P: Procurar onde é que está aqui o composto, procurar onde é que estão aqui as substâncias simples que vão formá-los e faz então, produtos menos reagentes.

521-P: Entenderam?

522-P: Nessa tabela aqui vocês vão encontrar as entalpias.

523-P: Então, vamos ver aqui uma reação, um exemplo, para a gente ver como você faz esse cálculo, certo?

524-P: Posso apagar aqui?

525-ES: Pode. (II)

526-E_8: Fique à vontade professora.

527-E_2: O outro lado não.

(()) A professora apaga uma parte do quadro.

528-P: Eu vou fazer um exemplo de como a gente calcula esse delta agá de formação do composto.

529-P: Essa entalpia de formação, a partir da energia de formação onde cada composto tem o seu.

530-P: Então, a gente vai fazer uma reação e calcular essa reação através dos, dos valores.

531-P: Entendeu?

532-P: Por que você vai encontrar a reação e vai encontrar lá o delta agá TANTO: que pode ser maior do que zero ou menor do que zero.

533-P: Mas, como é que você calcula isso aí? (inaudível).

534-P: Entendeu?

535-E_2: O outro assunto foi mais fácil.

(()) A estudante se refere ao conteúdo trabalhado no primeiro momento da sequência de aulas.

536-P: Qual era o outro assunto foi mais fácil?

537-E_2: Da aula passada.

538-P: Porque não envolveu cálculo, não é?

539-E_2: É.

540-P: Vamos ver aqui um exemplo: o exemplo da combustão do etanol.

541-P: Se você vier aqui na tabela, vem aqui na tabela, então tem aqui: a entalpia de formação do etanol é menos duzentos e setenta e oito, certo?

542-P: Você tem esse valor tabelado, mas se você tiver que calcular?

543-P: O que é que a gente vai fazer?

544-E_9: Isso aí a gente não precisa decorar não é?

545-P: O que foi que eu disse desde o início?

546-P: Nem o professor, nem o cientista, ninguém vai decorar essa tabela. E em qualquer prova você vai ter...

547-E_2: Tamires decora professora.

(()) A professora escreve no quadro a equação química de formação do etanol.

548-P: Então, veja bem!

549-P: A gente tem esse valor tabelado desse composto aqui, mas, se a gente quisesse fazer a entalpia de formação dele?

550-P: O que a gente ia fazer?

551-P: Psiu!

552-P: Então oh, o valor dele vai ser o quê?

553-P: Presta atenção.

(()) A professora escreve no quadro a entalpia de formação do etanol: 278 negativos.

554-P: Essa é a entalpia de formação padrão do etanol, certo?

555-P: Vamos calcular agora a entalpia da reação da combustão a partir de todos os outros.

556-P: Isso aqui é tabelado e vai ser próprio para cada um.

557-P: Então, do mesmo modo que foi feito aqui oh, essa reação daqui vai formar o C_2H_5OH, que é o etanol.

558-P: Então esse aqui vai ter esse calor de formação.

559-P: Na formação da GASOLINA, você vai ter outro calor de formação. Para cada composto você vai ter uma entalpia de formação padrão. A partir dessa entalpia de formação padrão, a gente pode fazer do cálculo do delta agá da reação.

560-P: Então, se a gente fizer a reação de combustão do etanol, a gente tem que pegar o quê?

561-P: Essa entalpia de formação do etanol, a entalpia de formação do oxigênio, que é zero, a entalpia de formação do CO_2 e da água, certo?

562-P: Para a gente calcular o delta agá.

563-P: Primeiro, eu quero que vocês compreendam o que é entalpia de formação.

564-P: É a energia necessária para que você forme esse composto**.** Isso aqui é TABELADO. É o que tá nessa tabela.

565-P: A partir dessas entalpias de formação, você pode utilizar para calcular uma entalpia da reação.

566-E_3: É difícil.

(()) Os estudantes conversam paralelamente.

567-P: Então o que foi que a gente viu aqui na reação?

568-P: Psiu!

569-P: Etanol, diga aí para mim.

570-P: A reação de combustão do etanol...

571-E_8: Etanol.

(()) A professora tenta escreve no quadro a equação química de combustão do etanol com a ajuda dos estudantes.

572-P: Mais o quê?

573-P: Reação de combustão... Oxigênio.

574-ES: Calor. **(II)**

575-P: Formando o quê?

576-P: A reação de combustão do etanol, que eu mostrei para vocês, que era uma reação exotérmica?

577-P: Etanol mais oxigênio formando o quê?

578-P: A COMBUSTÃO minha gente, o que é que forma?

579-P: CO...

580-E_2: Dois.

581-P: Mais água.

582-P: Então, a partir das entalpias de formação, nós vamos calcular a entalpia dessa reação.

583-P: As entalpias de formação não são tabeladas?

584-P: Então, a gente vem nessa tabela oh...

(()) A professora escreve no quadro os valores dos calores de formação dos compostos envolvidos na combustão do etanol com base na tabela do livro.

585-P: Tou pegando o valor tabela do viu?

586-P: Presta atenção!

587-P: Entenderam o que é entalpia padrão de formação de cada substância?

588-P: Então, nós temos aqui a reação de combustão, vamos para a tabela e pegamos então, a entalpia padrão do etanol, menos duzentos e setenta e oito. A entalpia padrão do CO_2. A entalpia padrão da água. O oxigênio é zero.

589-P: Substâncias simples, O_2, N_2, H_2, a entalpia de formação é zero.

590-P: Então, nós temos agora as entalpias de formação de nossos três compostos, não temos?

591-P: Como é que a gente vai calcular o delta agá dessa reação?

592-P: O que é delta agá da reação?

593-P: Entalpia dos...

594-ES: Produtos...

595-P: Menos a entalpia dos...

596-ES: Reagentes.

597-P: Reagentes.

598-P: Então, como é que a gente calcula?

599-P: Vamos lá.

600-P: O delta agá da reação...

601-P: Eu quero que vocês me ajudem.

602-E_2: É igual a...

(()) A professora apaga o quadro.

603-P: Entalpia dos produtos...

604-E_3: Aí tem que somar isso aí.

605-E_2: É

606-E_3: Que é o CO_2 e o H_2O.

607-E_2: Água.

608-E_3: Esse valor...

609-E_2: Fala mais alto William.

610-P: Psiu.

(()) O estudantes calculam os valores da soma das entalpias dos produtos.

611-P: Aqui, a gente tem quanto do CO_2?

612-E_3: Menos trezentos e noventa e quatro.

613-P: Mais...

614-E_3: Duzentos e quarenta e dois.

615-P: Menos...

616-P: O produto, quanto é o produto?

617- P: Vamos agora fazer o cálculo.

618-P: Faça aí o cálculo rapidinho prá mim.

619-E_2: Tem que multiplicar não é professora?

620-P: MATEMÁTICA, não é?

(()) A professora escreve os valores dos calores de formação na equação do delta agá e os estudantes calculam o resultado.

621-P: Ok?

622-P: Agora aqui, menos com menos fica como?

623-ES: Fica mais. **(II)**

624-P: Mais, não é?

625-P: Aqui como é que fica?

626-P: A gente soma não é isso?

(()) Os estudantes conversam paralelamente.

627-P: Ok?

628-P: Delta agá é... menor do que zero.

629-P: Por quê?

630-P: Porque essa é uma reação de combustão. Então, é reação exotérmica.

631-P: OLHA NA HORA DA PROVA.

632-P: Então, presta atenção.

633-P: Entalpia de formação é a entalpia padrão que você vai ter para cada substância, a partir dela, nós podemos calcular o delta agá de QUALQUER reação. Não precisa decorar a entalpia de formação, por quê?

634-P: Porque é tabelado.

635-P: Mas, a partir dele, você vai lá na tabela. Isso aqui eu não adivinhei não, entendeu?

636-P: Não, tem a tabela. A tabela existe para a entalpia de formação que você não vai ter de decorar para aquela substância.

637-P: Mas, você, a partir dela, tem que saber resolver a equação.

638-P: Então, o que é que você vai fazer?

639-P: Você tem sua reação, pega cada entalpia de formação de seus compostos, se for O_2, N_2, é substâncias simples, vai ser quanto?

640-P: Zero.

641-P: Então, você vai lá e... faz o cálculo.

642-P: Alguma dúvida em fazer esse cálculo?

643-P: No caso de outra reação que a gente viu, do sulfato de cobre e a desidratação dele?

644-P: O que vocês iriam fazer?

645-P: A mesma coisa.

646-P: Para cada reação que você tiver...

647-P: Vocês não estudaram reações?

648-P: Para cada reação que você tiver, você vai então calcular esse delta agá da reação a partir de suas entalpias de formação padrão. Certo?"

Analisamos o *corpus* do episódio 4 buscando compreender a construção discursiva da professora quando trabalhou o conceito científico de entalpia de formação. Conforme procedemos nos episódios 1, 2 e 3, no movimento analítico foram consideradas as finalidades comunicativas e os propósitos (dimensão situacional) e atitudes enunciativas e atitudes enuncivas (dimensão discursiva).

Quanto à finalidade comunicativa, relativa à intencionalidade psico-sócio-discursiva que determina a expectativa do ato de linguagem do sujeito falante e, por conseguinte, da própria troca linguageira (CHARAUDEAU, 2010), iniciamos a análise da construção discursiva da professora segundo suas visadas comunicativas, aquelas definidas por um duplo critério: a intenção pragmática do "eu" em relação à posição que ele ocupa frente ao "tu" e a posição que, da mesma forma, "tu" deve ocupar (CHARAUDEAU, 2004). Nessa perspectiva, identificamos neste episódio três visadas comunicativas: a visada de informação, aquela em que o "eu" quer fazer saber e está legitimado em sua posição de saber (CHARAUDEAU, 2004); a visada de demonstração, aquela em que o "eu" quer estabelecer uma verdade de mostrar as provas legitimado em sua posição de autoridade (CHARAUDEAU, 2004); e a visada de instrução, aquela em que o "eu" quer fazer saber-fazer legitimado em sua posição de autoridade de fazer saber (CHARAUDEAU, 2004).

A visada de informação foi registrada quando a professora transmitiu aos estudantes os seguintes fatos e/ou conceitos científicos: i) diferentes combustíveis têm diferentes entalpias padrão de formação (turnos 496 e 497); ii) a variação de entalpia de uma reação química pode ser calculada a partir das entalpias de formação de suas substâncias constituintes (turnos 498 a 510); e iii) entalpia de formação de uma substância química corresponde à energia necessária para produzir um mol dessa substância em condições-padrão (turnos 511 e 512), conforme exemplo a seguir (turnos 510 a 512):

"510-P: Então, nós temos aqui a entalpia de formação, a gente tá vendo entalpia de reação que você pode medir quando tem a liberação do calor. Mas, você pode também fazer não é? Calcular essa entalpia através das entalpias padrão de formação de cada composto.

(()) A professora escreve no quadro a definição de entalpia de formação.

(()) Os estudantes conversam paralelamente.

511-P: A entalpia de formação é a entalpia, a entalpia padrão de formação corresponde à entalpia para produzir um mol da substância a partir de substâncias simples a uma atmosfera e vinte e cinco graus Celsius.

512-P: Então, CADA substância vai ter a sua entalpia padrão de formação."

Nesse trecho do episódio, a professora afirmava aos estudantes que a variação de entalpia de uma reação pode ser calculada através das entalpias padrão de formação de cada composto participante (turno 510) e, posteriormente, definiu o conceito de entalpia de formação (turno 511). Quando a professora enunciou: P - A entalpia de formação é a entalpia, a entalpia padrão de formação corresponde à entalpia para produzir um mol da substância a partir de substâncias simples a uma atmosfera e vinte e cinco graus Celsius (turno 511), quis um fazer saber (fazer os estudantes saberem o que se entende por entalpia de formação), estando legitimada em sua posição de saber (ela é a professora) e os estudantes em sua posição de dever saber.

Identificamos a visada de demonstração quando a professora desencadeou relações de causalidade entre fatos e/ou conceitos científicos para provar que a variação de entalpia da combustão do etanol pode ser calculada pelas entalpias de formação dos reagentes e produtos envolvidos. Ilustramos um exemplo da visada de demonstração a seguir:

"582-P: Então, a partir das entalpias de formação, nós vamos calcular a entalpia dessa reação.

(()) A professora se refere à reação de combustão do etanol.

583-P: As entalpias de formação não são tabeladas?

584-P: Então, a gente vem nessa tabela oh...

(()) A professora escreve no quadro os valores dos calores de formação dos compostos envolvidos na combustão do etanol com base na tabela do livro.

585-P: Tou pegando o valor tabela do viu?

586-P: Presta atenção!

587-P: Entenderam o que é entalpia padrão de formação de cada substância?

588-P: Então, nós temos aqui a reação de combustão, vamos para a tabela e pegamos então, a entalpia padrão do etanol, menos duzentos e setenta e oito. A entalpia padrão do CO_2. A entalpia padrão da água. O oxigênio é zero.

589-P: Substâncias simples, O_2, N_2, H_2, a entalpia de formação é zero.

590-P: Então, nós temos agora as entalpias de formação de nossos três compostos, não temos?

591-P: Como é que a gente vai calcular o delta agá dessa reação?

592-P: O que é delta agá da reação?

593-P: Entalpia dos...

594-ES: Produtos...

595-P: Menos a entalpia dos...

596-ES: Reagentes.

597-P: Reagentes.

598-P: Então, como é que a gente calcula?

599-P: Vamos lá.

600-P: O delta agá da reação...

601-P: Eu quero que vocês me ajudem.

602-E_2: É igual a...

(()) A professora apaga o quadro.

603-P: Entalpia dos produtos...

604-E_3: Aí tem que somar isso aí,

605-E_2: É

606-E_3: Que é o CO_2 e o H_2O.

607-E_2: Água.

608-E_3: Esse valor...

609-E_2: Fala mais alto William.

610-P: Psiu.

(()) O estudantes calculam os valores da soma das entalpias dos produtos.

611-P: Aqui, a gente tem quanto do CO_2?

612-E_3: Menos trezentos e noventa e quatro.

613-P: Mais...

614-E_3: Duzentos e quarenta e dois.

615-P: Menos...

616-P: O produto, quanto é o produto?

617- P: Vamos agora fazer o cálculo.

618-P: Faça aí o cálculo rapidinho prá mim.

619-E_2: Tem que multiplicar não é professora?

620-P: MATEMÁTICA, não é?

(()) A professora escreve os valores dos calores de formação na equação do delta agá e os estudantes calculam o resultado.

621-P: Ok?

622-P: Agora aqui, menos com menos fica como?

623-ES: Fica mais. **(II)**

624-P: Mais, não é?

625-P: Aqui como é que fica?

626-P: A gente soma não é isso?

(()) Os estudantes conversam paralelamente.

627-P: Ok?

628-P: Delta agá é... menor do que zero.

629-P: Por quê?

630-P: Porque essa é uma reação de combustão. Então, é reação exotérmica.”

A professora expôs aos estudantes que a variação de entalpia da combustão do etanol pode ser calculada a partir das entalpias de formação dos compostos participantes do processo: P - Então, a partir das entalpias de formação, nós vamos calcular a entalpia dessa reação (turno 582). Em seguida, estabeleceu um raciocínio na tentativa de confirmar sua proposição tomando por base os valores das entalpias de formação das substâncias envolvidas no processo de combustão do etanol e a fórmula de variação de entalpia: somatório das entalpias de formação dos produtos menos somatório das entalpias de formação dos reagentes (turnos 583 a 641). Nesse momento, a professora quis estabelecer uma verdade (relação entre a variação de entalpia e entalpia de formação) e mostrar evidências (pelo cálculo da variação de entalpia da combustão do etanol a partir das entalpias de formação), estando legitimada em sua posição de autoridade de saber (ela é a professora) e os estudantes em sua posição de ter que receber essa verdade.

Registramos a visada de instrução, quando a professora quis que os estudantes não só soubessem da relação entre a entalpia padrão de formação e a variação de entalpia, mas o “como fazer” o cálculo da variação de entalpia a partir das entalpias de formação dos compostos envolvidos no processo, conforme o trecho do episódio transcrito acima (turnos 582 a 630). Naquele momento, a professora propôs aos estudantes determinar a variação de entalpia da combustão do etanol e, nesse sentido, explicou o passo-a-passo que eles deveriam seguir. Portanto, a professora quis um fazer saber-fazer (fazer com que os estudantes soubessem como calcular a variação de entalpia da combustão do etanol a partir das entalpias padrão de formação dos compostos envolvidos), legitimada em sua posição de transmitir esse fazer saber-fazer (ela é a professora), e os estudantes em sua posição de dever saber-fazer.

Em conjunto, a construção discursiva da professora no episódio “Trabalhando o conceito de “Entalpia de formação” foi orientada por três finalidades comunicativas: fazer saber (informar), fazer crer (demonstrar verdades com provas) e fazer saber-fazer (instruir) sobre fatos e/ou conceitos científicos.

Quanto aos propósitos, concebidos como os referentes do discurso (CHARAUDEAU, 2009), as interlocuções entre a professora e os estudantes ocorreram em torno do conceito científico de entalpia de formação. Ao trabalhar este conceito científico como entalpia necessária para produzir um mol de uma substância a partir de substâncias simples a 1 atm e a 25ºC, a professora lançou mão de outros fatos e/ou conceitos científicos, conforme figura a seguir (Figura 10).

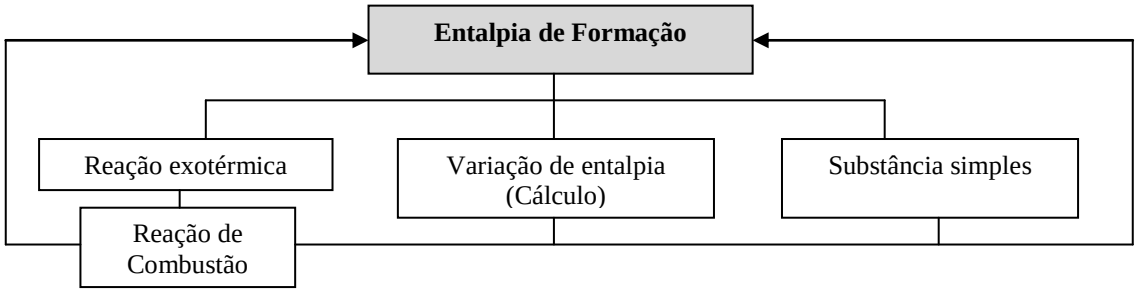

Figura 10: Representação da articulação entre o conceito de entalpia de formação e outros fatos e/ou conceitos científicos

Tomando por base a figura 10, o conceito de entalpia de formação neste episódio foi o macrotema, isto é, o domínio do saber tratado nas interlocuções (CHARAUDEAU, 2009), seguido de outros conceitos científicos, tais como: i) variação de entalpia; ii) reação de combustão; iii) substâncias simples; e iv) reação exotérmica.

Conforme procedemos nos episódios anteriores, após a análise das finalidades comunicativas e dos propósitos do episódio 4, mudamos agora o movimento de análise empregado até aqui. Partindo do pressuposto que mesmo sobredeterminado pelas restrições situacionais, o sujeito falante dispõe de uma margem de manobra que lhe permite "distinguir-se por sua maneira de tomar a palavra, de estabelecer sua relação com o outro e de tematizar seu propósito" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 273) em um ato de individuação (CHARAUDEAU, 2004), levaremos em conta os dados internos: o "conjunto dos comportamentos linguageiros esperados quando os dados externos da situação de comunicação são percebidos, depreendidos, reconhecidos" (CHARAUDEAU, 2009, p. 70).

Portanto, continuamos o movimento analítico do *corpus* do episódio 4 evidenciando as estratégias discursivas, aquelas relacionadas aos modos de organização do discurso (enunciativo, descritivo, narrativo e argumentativo) (CHARAUDEAU, 2008a).

Nessa direção, iniciamos a análise pelo modo enunciativo, isto é, analisamos as atitudes enunciativas da professora, visando compreender como esta estabeleceu relação de influência sobre os estudantes (atitudes enunciativas alocutivas), como expressou seus pontos de vista (atitudes enunciativas elocutivas) e como estabeleceu relação com outros discursos (atitudes enunciativas delocutivas). Para tanto, conforme procedemos nos episódios anteriores, tomamos por base as categorias modais propostas por Charaudeau (2008a): interpelação, injunção, autorização, aviso, julgamento, sugestão, proposta, interrogação, petição (categorias modais alocutivas); constatação, opinião, apreciação, obrigação, promessa, proclamação (categorias modais elocutivas); e asserção e discurso relatado (categorias modais delocutivas).

Quanto às atitudes enunciativas alocutivas, ou seja, como a professora enunciou diante dos estudantes, identificamos cinco categorias modais alocutivas descritas a seguir: interpelação, injunção, autorização, interrogação e aviso.

Interpelação: quando a professora designou os estudantes como seus interlocutores através de uma identificação mesmo que indeterminada, ao tempo em que atribuiu a si um estatuto que a autoriza envolvê-los (CHARAUDEAU, 2008a). A interpelação foi percebida quando a professora se dirigiu aos estudantes através de pronomes de tratamento, pronomes indefinidos ou pronomes pessoais, tais como: você, vocês, alguém, nós ou a gente (turnos 496, 498, 501, 502, 505, 506, 507, 510, 513, 517, 518, 519, 522, 523, 530, 528, 532, 533, 541, 542, 543, 544, 546, 549, 550, 559, 560, 562, 563, 564, 565, 567, 576, 578, 582, 584, 588, 590, 591, 598, 601, 611, 626, 633, 635, 636, 637, 638, 639, 641, 643, 644, 647, 648), conforme ilustramos a seguir (turnos 561 a 565):

"561-P: Essa entalpia de formação do etanol, a entalpia de formação do oxigênio, que é zero, a entalpia de formação do CO_2 e da água, certo?

562-P: Para a gente calcular o delta agá.

563-P: Primeiro, eu quero que vocês compreendam o que é entalpia de formação.

564-P: É a energia necessária para que você forme esse composto**.** Isso aqui é TABELADO. É o que tá nessa tabela.

565-P: A partir dessas entalpias de formação, você pode utilizar para calcular uma entalpia da reação."

Quando a professora usou o termo "vocês" (turno 563), explicitamente se dirigiu aos estudantes como seus interlocutores, esperando que os mesmos participassem das interlocuções, ao tempo que atribuiu a si um estatuto que a autorizava a interpelá-los.

Injunção: quando a professora declarou com seus enunciados uma ação ou comportamento para os estudantes executarem de forma imperativa, ao tempo que atribuiu a si um estatuto de poder (CHARAUDEAU, 2008a). A injunção foi percebida quando a professora impôs aos estudantes fazerem silêncio e prestarem atenção (turnos 501, 504, 546, 548, 551, 553, 555, 563, 568, 569, 586, 601, 610, 617, 618, 632, 637), conforme exemplificamos a seguir (turnos 548 a 553):

"548-P: Então, veja bem!

549-A gente tem esse valor tabelado desse composto aqui, mas, se a gente quisesse fazer a entalpia de formação dele?

550-P: O que a gente ia fazer?

551-P: Psiu!

552-P: Então oh, o valor dele vai ser o quê?

553-P: Presta atenção."

A professora explicava como se calcula a variação de entalpia da combustão do etanol e devido ao excesso de conversas paralelas naquele momento, impôs dois comportamentos aos estudantes: o de prestarem atenção e o de fazerem silêncio, respectivamente (turnos 551, 548 e 553). Portanto, a professora recorreu a palavras de ordem para que eles não conversassem e prestassem atenção.

Autorização: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma ação para os estudantes executarem, julgando-os aptos para fazerem ou dizerem, ao mesmo tempo em que, concedendo-lhes o direito de fazer ou dizer, atribuiu a si um estatuto de poder (CHARAUDEAU, 2008a). A autorização foi registrada quando a professora, explícita ou implicitamente, através de interrogações ou de enunciados incompletos, permitiu que os estudantes se expressassem (CHARAUDEAU, 2008a) (497, 499, 500, 503, 504, 506, 513, 517, 521, 523, 524, 531, 533, 534, 536, 538, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 549, 550, 552, 554, 560, 561, 567, 570, 572, 575, 576, 577, 578, 579, 583, 585, 587, 590, 591, 592, 593, 595, 598, 611, 613, 616, 620, 621, 622, 624, 625, 626, 627, 629, 633, 635, 638, 639, 642, 643, 644, 647, 648), segundo exemplo a seguir (turnos 611 a 619):

"611-P: Aqui, a gente tem quanto do CO_2?

612-E_3: Menos trezentos e noventa e quatro.

613-P: Mais...

614-E_3: Duzentos e quarenta e dois.

615-P: Menos...

616-P: O produto, quanto é o produto?

617- P: Vamos agora fazer o cálculo.

618-P: Faça aí o cálculo rapidinho prá mim.

619-E_2: Tem que multiplicar não é professora?"

Nesse momento, identificamos três evidências de autorização: i) quando a professora não completou um enunciado permitindo implicitamente que os estudantes o fizessem, como, por exemplo: P - Mais... (turno 613) e o estudante completou: E_3 - Duzentos e quarenta e dois (turno 614); ii) quando a professora interrogou os estudantes permitindo explicitamente que eles falassem para responder às perguntas, como por exemplo: P - Aqui, a gente tem quanto do CO_2? (turno 611) e o estudante respondeu: E_3 - Menos trezentos e noventa e quatro (turno 612); iii) quando a professora autorizou explicitamente que os estudantes fizessem o cálculo da variação de entalpia da reação em questão, como, por exemplo: P - Faça aí o cálculo rapidinho prá mim (turno 618).

Interrogação, quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma informação a adquirir pedindo aos estudantes que respondessem sobre algo, ao tempo em que, impondo-

lhes o papel de interrogados, atribuiu a si o direito de interrogar (CHARAUDEAU, 2008a). A interrogação foi identificada todas as vezes que a professora lançou perguntas aos estudantes (turnos 497, 499, 500, 503, 506, 513, 517, 521, 523, 524, 531, 533, 534, 536, 538, 541, 542, 543, 545, 549, 550, 552, 554, 560, 561, 567, 572, 575, 576, 577, 578, 583, 585, 587, 590, 591, 592, 598, 611, 613, 615, 616, 620, 621, 624, 625, 626, 627, 629, 633, 635, 638, 639, 642, 643, 644, 647, 648), conforme exemplificamos abaixo (turnos 567 a 572):

"567-P: Então o que foi que a gente viu aqui na reação?

568-P: Psiu!

569-P: Etanol, diga aí para mim.

570-P: A reação de combustão do etanol...

571-E_8: Etanol.

(()) A professora tenta escreve no quadro a equação química de combustão do etanol com a ajuda dos estudantes.

572-P: Mais o quê?"

A professora em seu enunciado: P - Então o que foi que a gente viu aqui na reação? (turno 567), queria saber dos estudantes quais os componentes da reação de combustão do etanol, estabelecendo com seu enunciado uma informação a adquirir, ao tempo em que impôs aos estudantes o papel de interrogados e atribuiu a si o direito de questioná-los.

No quadro das interrogações feitas pela professora, identificamos neste episódio três tipos: i) interrogações plenas, aquelas que requerem uma resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997); ii) interrogações retóricas, aquelas que não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência (FÁVERO, 2000); e iii) interrogações semirretóricas, aquelas que requerem respostas, mas são respondidas pelo locutor e não pelo interlocutor (MARTELLOTA, 1997).

Interrogações plenas foram registradas quando a professora solicitava explicitamente respostas dos estudantes (turnos 499, 533, 542, 543, 545, 549, 551, 552, 560, 567, 572, 575, 576, 577, 578, 587, 591, 592, 598, 611, 616, 625, 638, 639, 643, 644), conforme exemplificamos a seguir (turnos 611 e 612):

"(()) Os estudantes calculam os valores da soma das entalpias dos produtos.

611-P: Aqui, a gente tem quanto do CO_2?

612-E_3: Menos trezentos e noventa e quatro."

Calculando junto aos estudantes a variação de entalpia da reação de combustão do etanol a partir das entalpias padrão de formação das substâncias envolvidas no processo, a professora perguntou: P - Aqui, a gente tem quanto de CO_2? (turno 611). Esse questionamento solicitava uma resposta dos estudantes, como de fato E_3 respondeu: E_3 - Menos trezentos e noventa e quatro (turno 612).

Interrogações retóricas foram identificadas quando as perguntas lançadas pela professora não requeriam respostas, mas visavam manter a atenção, anuência e o envolvimento dos estudantes durante as interlocuções (turnos 497, 500, 503, 513, 521, 523, 531, 534, 538, 541, 554, 561, 583, 585, 590, 620, 621, 624, 626, 627, 635, 642, 647, 648), conforme exemplo a seguir (turnos 622 a 627):

"622-P: Agora aqui, menos com menos fica como?

623-ES: Fica mais. **(II)**

624-P: Mais, não é?

625-P: Aqui como é que fica?

626-P: A gente soma não é isso?

627-P: Ok?"

No trecho transcrito acima, quando a professora enunciou: P - Mais, não é? (turno 624); P - A gente soma não é isso? (turno 626); P - Ok? (turno 627), não queria exatamente que os estudantes respondessem às suas perguntas, mas o apoio ou anuência dos mesmos sobre o resultado da operação matemática que estava sendo realizada no cálculo da variação de entalpia da combustão do etanol.

Interrogações semirretóricas foram registradas quando a professora lançava as perguntas aos estudantes, e sem esperar suas respostas, ela mesma as respondia (turnos 506, 517, 629, 633), conforme ilustramos a seguir (turnos 628 a 630):

"628-P: Delta agá é... menor do que zero.

629-P: Por quê?

630-P: Porque essa é uma reação de combustão. Então, é reação exotérmica."

Quando a professora determinou, junto aos estudantes, a variação de entalpia da reação de combustão do etanol a partir das entalpias de formação dos reagentes e produtos, perguntou a eles por que o resultado do delta agá foi menor que zero: P - Por quê? (turno 629). Todavia, feito o questionamento, imediatamente ela mesma o respondeu, sem aguardar que os estudantes o fizessem: P - Porque essa é uma reação de combustão. Então, é reação exotérmica (turno 630).

Aviso: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma ação, supondo importante declará-la (CHARAUDEAU, 2008a). O aviso foi identificado quando a professora, calculando junto aos estudantes a variação de entalpia da combustão do etanol, alertou os estudantes sobre a necessidade de prestarem atenção para se saírem bem na prova, enunciando: P - OLHA A HORA DA PROVA (turno 631).

Quanto às atitudes enunciativas elocutivas, ou seja, como a professora expressou seus pontos de vista, identificamos marcas de subjetividade na construção discursiva da professora

através de a categoria modal elocutiva **querer**. O querer foi registrado quando a professora expressou em seus enunciados um desejo, uma vontade (CHARAUDEAU, 2008a), conforme exemplificamos a seguir (turnos 598 a 601):

"598-P: Então, como é que a gente calcula?

599-P: Vamos lá.

600-P: O delta agá da reação...

601-P: Eu quero que vocês me ajudem."

Nesse momento, a professora calculava junto aos estudantes a variação de entalpia da combustão do etanol e expressou aos mesmos o desejo de que todos participassem: P - Eu quero que vocês me ajudem (turno 601). Charaudeau (2008a) define algumas variações da categoria modal elocutiva de querer. Por exemplo, para este autor, quando o locutor exprime um querer numa posição de autoridade diante do interlocutor, como é o caso da professora, este querer passa a significar uma exigência. Todavia, quando a professora expressou que queria que os estudantes a ajudassem a fazer o cálculo da variação de entalpia, não estava exigindo e sim, convidando-os, estimulando-os a tomar parte das atividades propostas.

Quanto às atitudes enunciativas delocutivas, aquelas que mostraram a relação da professora com outros discursos (CHARAUDEAU, 2008a), identificamos a categoria modal delocutiva de asserção.

A **asserção** foi registrada quando a professora, ao estabelecer relação com o discurso científico, apagou-se em seu ato de enunciação (turnos 496, 497, 498, 501, 502, 503, 504, 505, 507, 510, 511, 512, 520, 522, 529, 530, 532, 540, 546, 556, 557, 558, 559, 564, 565, 582, 588, 589, 628, 630, 636, 637, 641). Por exemplo, quando a professora enunciou: P - (...) a entalpia padrão de formação corresponde à entalpia para produzir um mol da substância a partir de substâncias simples a uma atmosfera e vinte e cinco graus Celsius (turno 511), não expressou quaisquer marcas de subjetividade. Seu enunciado foi independente dos interlocutores (CHARAUDEAU, 2008a) e testemunhou a voz do discurso científico apresentando-o como verdade.

Identificadas as atitudes enunciativas ao longo do episódio 4, a representatividade das categorias modais alocutivas, elocutivas e delocutivas foi organizada em gráfico de colunas (Gráfico 08).

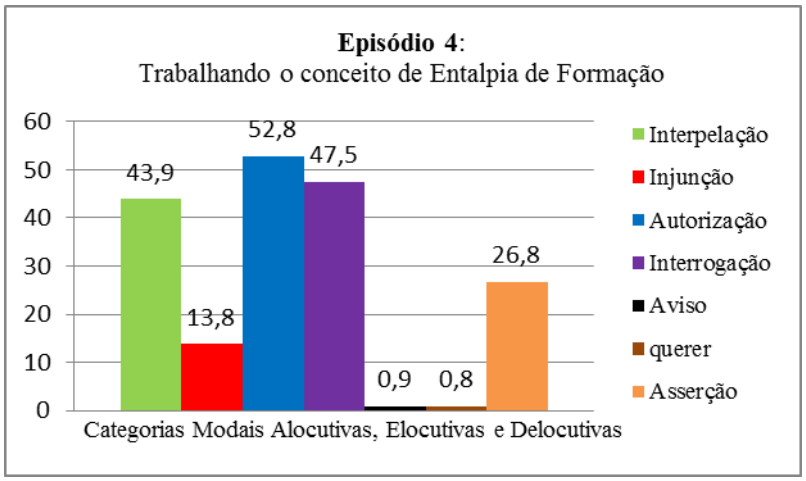

Gráfico 08: Representatividade das categorias modais alocutivas, elocutivas e delocutivas no episódio 4

O Gráfico 08 mostra que a autorização foi a que mais se destacou nesse episódio, visto que do total dos 123 turnos de fala da professora, 65 ou 52,8% deles corresponderam às oportunidades dadas para os estudantes se expressarem, seja por enunciações incompletas, seja por interrogações.

Conforme registramos nos episódios anteriores, a maioria dessas oportunidades foi dada por meio de interrogações, à medida que dos 123 turnos de fala da professora, 6 ou 4,8% corresponderam aos enunciados incompletos e 59 ou 47,5% corresponderam aos questionamentos feitos aos estudantes. Portanto, criar condições para os estudantes se expressarem na sala de aula interrogando-os, foi uma estratégia discursiva para a qual a professora lançou mão quando trabalhou o conceito de entalpia de formação.

Quanto às interrogações, foram identificadas interrogações plenas, aquelas que requerem resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997), interrogações retóricas, aquelas que não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência do interlocutor (FÁVERO, 2000), e interrogações semirretóricas, aquelas que são feitas e respondidas pelo locutor (MARTELLOTA, 1997), cuja representatividade está apresentada conforme gráfico a seguir (Gráfico 09). Por exemplo, quando a professora enunciou: P - Aqui, a gente tem quanto do CO_2? (turno 611), lançou mão de uma interrogação plena, pois solicitava explicitamente uma resposta dos estudantes. Em outros momentos, a professora interrogou retoricamente os estudantes ao não solicitar necessariamente uma resposta, mas a anuência dos mesmos sobre, por exemplo, o resultado da operação matemática quanto ao cálculo da variação de entalpia da combustão do etanol: P - A gente soma não é isso? (turno 626). As interrogações foram identificadas como semirretóricas quando a professora interrogava os estudantes, porém ela mesma respondia. Por exemplo, quando a professora

perguntou: P - Se você quisesse calcular o delta agá dessa reação, o que você fazia? (turno 506), referindo ao uso da entalpia de formação para o cálculo da variação de entalpia, ela mesma respondeu: P - Você vem então aqui, para cada composto, (inaudível) qual é a entalpia de formação do etanol, do oxigênio, do gás carbônico, da água. Fazia reagentes, produtos e joga então aqui na equação. O delta agá da reação vai ser a entalpia dos produtos menos a dos reagentes. E você então, calcula essa entalpia aqui, essa variação de energia (turno 507).

A representatividade das interrogações plenas, retóricas e semirretóricas ao longo do episódio 4 está apresentada conforme gráfico a seguir (Gráfico 09).

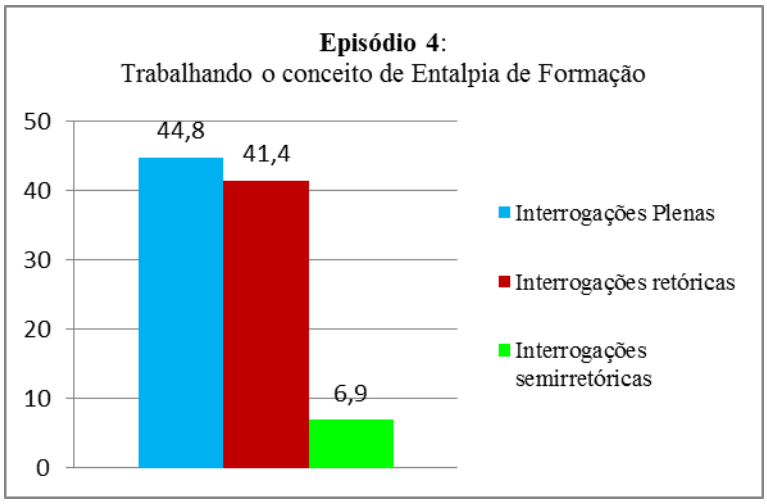

Gráfico 09: Representatividade dos tipos de interrogações no episódio 4

Os dados do Gráfico 09 revelam uma distribuição quase simétrica entre as interrogações plenas e as interrogações retóricas decorrente da diminuição das primeiras e do aumento das segundas quando comparadas aos episódios anteriores. Essa quase simetria entre esses dois tipos de interrogações pode ser justificada por um interesse paulatino da professora ao longo dos quatro episódios em recorrer às interrogações retóricas para manter seu turno e conseguir a anuência, a atenção e o engajamento dos mesmos nas interlocuções.

Ainda que de forma tímida, a professora expressou uma vontade em seus enunciados quando declarou que queria a colaboração dos estudantes, mostrando mais uma evidência do interesse da professora em envolvê-los e estimulá-los a participarem das atividades na sala de aula.

Conforme registrado nos episódios anteriores, as interrogações plenas lançadas pela professora foram convergentes, dado que implicaram em respostas únicas, curtas e previsíveis (PEREIRA, 1991). Por exemplo: quando a professora perguntou aos estudantes: P - Agora

aqui, menos com menos fica como? (turno 622), solicitou uma resposta única e previsível dos estudantes: ES - Fica mais (turno 623), confirmada logo em seguida pela professora: P - Mais não é? (turno 624). A dinâmica da professora de interrogar e confirmar as respostas dos estudantes durante as interlocuções também foi recorrente ao longo deste episódio.

Conforme identificado nos episódios 1, 2 e 3, as interrogações plenas convergentes também foram percebidas neste episódio com numa conotação retórica, pois tiveram como finalidades na construção discursiva checar se os estudantes estavam acompanhando suas explicações, selecionar e revisar fatos e/ou conceitos científicos, e conduzir os estudantes numa determinada linha de raciocínio através de perguntas para as quais a professora já sabia as respostas.

Outro fato identificado neste episódio foi o aumento da injunção em relação aos episódios anteriores. Concomitante ao aumento do uso das interrogações retóricas, a professora recorreu às palavras de ordem e de controle com mais frequência devido à dispersão e ás conversas paralelas entre os estudantes ao longo do episódio.

As asserções foram representativas da relação da professora com o discurso científico. Dos 123 turnos de fala da professora, 33 ou 26,8% deles corresponderam a enunciados assertivos. Assim, como já havíamos mensurado anteriormente em outros episódios, o dizer assertivo foi uma das estratégias discursivas da professora quando trabalhou o conceito de entalpia de formação.

Em síntese, dar oportunidades aos estudantes para se expressarem por meio de interrogações plenas convergentes para confirmar se eles estão acompanhando o que está sendo anunciado e de interrogações retóricas para conseguir a anuência dos mesmos, e apresentar o discurso científico como verdade, foram estratégias discursivas da professora quando trabalhou o conceito de entalpia de formação, estratégias que emergiram em função das identidades psicossociais institucionalmente legitimadas e reconhecidas para/pela a professora e para/pelos os estudantes no contexto da sala de aula.

Conforme procedemos nos episódios anteriores, analisadas as atitudes enunciativas continuamos o movimento analítico do *corpus* do episódio 4 visando compreender a construção discursiva da professora em função dos outros modos de organização do discurso: descritivo, narrativo e argumentativo (CHARAUDEAU, 2008a). Tivemos como objetivo identificar as atitudes enuncivas da professora, isto é, como organizou discursivamente o conceito de entalpia de formação. Para tanto, tomamos como categorias de análise procedimentos desses modos de organização discursiva.

Foram registradas evidências do modo descritivo, aquele que "consiste em ver o mundo com um 'olhar parado', que faz existir os seres ao nomeá-los, localizá-los e atribuir-lhes qualidades que os singularizam" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 111) (aspas do autor), quando a professora nomeou conceitos científicos atribuindo-lhes qualidades. Por exemplo, quando a professora enunciou: P - (...) a entalpia padrão de formação corresponde à entalpia para produzir um mol da substância a partir de substâncias simples a uma atmosfera e vinte e cinco graus Celsius (turno 511), apresentou algumas condições sob as quais a entalpia envolvida na formação de uma substância química pode ser denominada como entalpia padrão de formação: o processo de formação deve ser feito a partir de substâncias simples e as condições de pressão e temperatura devem ser de 1 atm e 25º C, respectivamente. Nesse momento, temos evidência do uso do componente nomear do modo descritivo de organização do discurso (CHARAUDEAU, 2008a).

Identificamos evidência do modo argumentativo, aquele que constitui o mecanismo que permite a construção de explicações sobre asserções feitas acerca do mundo (CHARAUDEAU, 2008a), numa perspectiva demonstrativa, quando a professora estabeleceu uma relação de causa e efeito entre a variação de entalpia de uma reação química e o conceito de entalpia de formação. Para tanto, ela lançou mão do modo de raciocínio dedutivo, aquele que estabelece uma relação de causalidade orientada da consequência para a causa (CHARAUDEAU, 2008a). Vejamos o exemplo a seguir (turnos 591 a 630):

"591-P: Como é que a gente vai calcular o delta agá dessa reação?

592-P: O que é delta agá da reação?

593-P: Entalpia dos...

594-ES: Produtos...

595-P: Menos a entalpia dos...

596-ES: Reagentes.

597-P: Reagentes.

598-P: Então, como é que a gente calcula?

599-P: Vamos lá.

600-P: O delta agá da reação...

601-P: Eu quero que vocês me ajudem.

602-E_2: É igual a...

(()) A professora apaga o quadro.

603-P: Entalpia dos produtos...

604-E_3: Aí tem que somar isso aí,

605-E_2: É

606-E_3: Que é o CO_2 e o H_2O.

607-E_2: Água.

608-E_3: Esse valor...

609-E_2: Fala mais alto William.

610-P: Psiu.

(()) O estudantes calculam os valores da soma das entalpias dos produtos.

611-P: Aqui, a gente tem quanto do CO_2?

612-E_3: Menos trezentos e noventa e quatro.

613-P: Mais...

614-E_3: Duzentos e quarenta e dois.

615-P: Menos...

616-P: O produto, quanto é o produto?

617- P: Vamos agora fazer o cálculo.

618-P: Faça aí o cálculo rapidinho prá mim.

619-E_2: Tem que multiplicar não é professora?

620-P: MATEMÁTICA, não é?

(()) A professora escreve os valores dos calores de formação na equação do delta agá e os estudantes calculam o resultado.

621-P: Ok?

622-P: Agora aqui, menos com menos fica como?

623-ES: Fica mais. **(II)**

624-P: Mais, não é?

625-P: Aqui como é que fica?

626-P: A gente soma não é isso?

(()) Os estudantes conversam paralelamente.

627-P: Ok?

628-P: Delta agá é... menor do que zero.

629-P: Por quê?

630-P: Porque essa é uma reação de combustão. Então, é reação exotérmica.

631-P: OLHA NA HORA DA PROVA.

632-P: Então, presta atenção.

633-P: Entalpia de formação é a entalpia padrão que você vai ter para cada substância, a partir dela, nós podemos calcular o delta agá de QUALQUER reação."

Neste trecho transcrito, a professora inicialmente perguntou aos estudantes como poderia ser calculada a variação de entalpia da combustão do etanol (turno 591). Em seguida, retomou o conceito de variação de entalpia como o somatório das entalpias dos produtos menos o somatório das entalpias dos reagentes (turnos 592 a 597). Posteriormente, calculou junto aos estudantes a variação de entalpia da combustão do etanol a partir das entalpias de formação dos reagentes e dos produtos envolvidos (turnos 600 a 630). Nesse conjunto de enunciados, identificamos uma lógica argumentativa, ou seja, estabelecimento de relações de causalidade entre asserções (asserção de partida, asserção de passagem e asserção de chegada)

(CHARAUDEAU, 2008a). A partir da asserção de partida (como a variação de entalpia de uma reação pode ser calculada): P - Como é que a gente vai calcular o delta agá dessa reação? (turno 591), a professora desenvolveu um encadeamento de asserções, as chamadas asserções de passagem (turnos 592 a 632), numa lógica argumentativa que visava convencer os estudantes a aceitarem sua asserção de chegada (a variação de entalpia de uma reação química pode ser calculada a partir das entalpias de formação de seus reagentes e produtos): P - Entalpia de formação é a entalpia padrão que você vai ter para cada substância, a partir dela, nós podemos calcular o delta agá de QUALQUER reação (turno 633).

As relações estabelecidas entre asserção de partida, asserções de passagem e a asserção de chegada foram evidência da razão demonstrativa (CHARAUDEAU, 2008a) na construção discursiva da professora, um dos elementos do modo argumentativo de organização do discurso.

Enfim, uma síntese das análises da construção discursiva da professora neste episódio em termos das restrições situacionais, das atitudes enunciativas e das atitudes enuncivas está apresentada a seguir (Quadro 16).

Quadro 16: Síntese da análise do episódio 4 "Trabalhando o conceito de Entalpia de Formação"

Restrições situacionais	Atitudes Enunciativas	Atitudes Enuncivas
Identidades Psicossociais Professora detentora do saber Estudantes com saber lacunar **Finalidades** Fazer saber (Visada de informação) Fazer crer (Visada de demonstração) Fazer saber fazer (Visada de instrução) **Propósitos** Macrotema: Entalpia padrão de formação Outros temas: Reação de combustão; Substâncias simples; Variação de entalpia **Circunstâncias Materiais** Situação de comunicação interlocutiva	**Alocutivas** Interpelação Injunção Autorização Interrogação: Plenas, Retóricas e Semirretóricas Aviso **Elocutivas** Motivação Querer **Delocutivas** Asserção	**Descritiva** Nomear fatos e/ou conceitos científicos **Argumentativa** Demonstrar relações de causalidade

5.5 **Episódio 5**: Trabalhando o conceito de Energia de Ligação

O episódio 5 apresenta o momento em que a professora trabalhou com os estudantes o conceito de energia de ligação. Energia de ligação é a quantidade de energia necessária para quebrar um mol de ligações covalentes em processos químicos sob pressão constante (ATKINS e JONES, 2006).

No estudo da Termoquímica, reconstruir significados para o conceito de energia de ligação é relevante, visto que "as entalpias de reação podem ser estimadas usando-se as entalpias de ligação médias para determinar a energia total necessária para quebrar ligações dos reagentes e para formar as ligações dos produtos" (ATKINS e JONES, 2006, p. 336-337).

Adicionalmente, considerando o tema da sequência de aulas "Combustíveis *versus* Poluição atmosférica", reconstruir significados para o conceito de energia de ligação é relevante dado que pode contribuir para uma compreensão de que o poder calorífico de diferentes combustíveis depende do tipo de ligação estabelecida entre os átomos que constituem as moléculas desses combustíveis.

Considerando que a abordagem ao conceito de energia de ligação ocorreu em um único momento da sequência de aulas, o episódio "Trabalhando o conceito de energia de ligação" não foi dividido em segmentos.

O episódio 5 (turnos 651 a 718) apresenta o momento em que a professora: i) perguntou aos estudantes como poderiam ser calculadas as entalpias padrão de formação dos diferentes combustíveis (turno 651 a 657); ii) introduziu a ideia de energia de ligação como um caminho para calcular a entalpia padrão de formação de um composto químico (turnos 658 a 660); iii) definiu o que se entende cientificamente como energia de ligação (turnos 661 a 680); iv) relacionou os poderes caloríficos de diferentes combustíveis com as energias de ligação presentes nesses combustíveis (turnos 681 a 695); e v) retomou as discussões sobre a entalpia padrão de formação (turnos 696 a 718), como transcrevemos a seguir:

"651-P: Como é que é calculada aquela entalpia padrão de formação?

652-P: Essa que é tabelada?

(()) A professora refere-se aos poderes caloríficos de alguns combustíveis presentes na tabela do texto do livro.

(()) Silêncio na turma.

653-P: Como é que, como é que vai ser calculada essa entalpia de formação padrão?

654-P: Essa que a gente pegou na tabela?

655-E_3: Fazendo o cálculo.

656-P: Fez o cálculo para saber da reação.

(()) A professora refere-se ao cálculo da variação de entalpia de uma reação a partir das entalpias de formação das substâncias químicas envolvidas.

657-P: Essa a gente não encontrou na tabela?

(()) A professora refere-se às entalpias padrão de formação.

658-P: A entalpia padrão de formação de cada substância, ela vai ser calculada através da energia de...

(()) A professora escreve no quadro o termo energia de ligação.

659-ES: Ligação. **(II)**

660-P: LIGAÇÃO entre os átomos.

661- P: A energia de ligação para que se forme...

(()) A professora escreve no quadro a fórmula estrutural do etanol.

662-P: Como é que se forma isso aqui?

663-P: Estudaram ligações já?

664-ES: Já **(II)**

665-P: Quais são as ligações que vocês têm aqui?

666-P: Ligações, não se lembram, não é?

667-E_3: Professora eu tenho problema de memória (inaudível).

668-P: Quais são os tipos de ligações para formar esse composto?

(()) A professora escreve no quadro a definição de Energia de Ligação.

(()) Os estudantes conversam paralelamente.

669-P: Psiu.

670-P: Energia de ligação é definida como a energia necessária para romper um mol de ligações covalentes simples, duplas ou triplas, não é, entre dois átomos, de forma a obter esses átomos isolados na forma gasosa.

671-P: Então, essa energia, essa entalpia de formação, ela vai depender das energias de ligação entre esses átomos.

672-P: Então, são também valores tabelados onde você vai ter a ligação, por exemplo, entre o carbono e o hidrogênio, vai ter uma energia, a ligação entre dois hidrogênios vai ter outro tipo de energia, a ligação entre carbono e oxigênio...

673-P: Então cada ligação, você tem aqui assim...

674-P: Aqui temos o quê?

(()) A professora refere-se à fórmula estrutural do etanol escrita no quadro.

675-P: O etanol, não é isso?

676-P: Psiu!

677-P: Veja quantos tipos de ligações nós temos aqui.

678-P: São ligações covalentes, não é isso?

679-P: Hidrogênio/carbono, carbono/carbono, carbono/oxigênio e oxigênio/hidrogênio.

680-P: A entalpia padrão dele vai ser definida também pelas suas energias de ligação.

681-P: Então, por que é que cada combustível tem um poder calorífico diferente?

682-P: Por exemplo: o gás metano?

(()) A professora escreve no quadro a fórmula estrutural do metano.

683-P: Aqui nós temos ligação carbono/hidrogênio. Então nós temos tabelado aqui, também as energias de ligação para que você consiga calcular.

684-P: Então, porque é que cada composto, cada combustível tem poder calorífico diferente?

685-P: O etanol e o gás metano, por exemplo?

686-P: Os tipos de ligações deles é que vão também determinar esse poder calorífico.

687-P: Vocês viram quando a gente fez a leitura do livro?

688-P: Que tinham vários combustíveis, não foi?

689-P: Carvão...

690-E_2: Gasolina.

691-P: Gasolina, etanol, gás metano, uma infinidade de compostos não é?

692-P: De combustíveis.

693-P: Cada um não tinha o poder calorífico diferente?

694-P: Na queima da mesma quantidade, na queima de um grama ou de um quilo daquele combustível, um iria fornecer uma energia e o outro iria fornecer uma energia muito maior.

695-P: Então, isso tá definido também através de suas energias de ligação, ok?

696-P: Alguma dúvida?

(()) A professora refere-se ao entendimento de que os diferentes poderes caloríficos dos combustíveis de deve aos diferentes tipos de ligações constitutivas das moléculas desses combustíveis.

697-ES: Não. **(II)**

698-E_3: Eu tenho.

699-E_3: (Inaudível).

700-P: O que você não entendeu?

701-E_3: Isso aí eu entendi. Agora reação (inaudível).

(()) O estudante E_3 refere-se ao cálculo da variação de entalpia de uma reação química a partir das entalpias padrão de formação das substâncias envolvidas.

702-P: Vamos recapitular.

703-P: A variação de entalpia da reação, que é o calor de reação que a gente tá medindo, vai ser igual à entalpia de formação dos...

704-E_2: Dos produtos.

705-P: Menos dos reagentes.

706-P: E cada composto tem a sua entalpia de formação padrão que é a tabelada.

707-P: O que foi que a gente fez?

708-P: Procurou na tabela cada entalpia de formação padrão.

709-P: Esse não é um composto?

(()) A professora se refere ao etanol.

710-P: Esse composto daqui, ele vai ter uma entalpia de formação padrão. O gás carbônico, o CO_2 vai ter também outra entalpia, a água também tem sua entalpia de formação.

711-P: Essa entalpia de formação padrão é que é tabelada. A partir deles nós não podemos calcular a nossa entalpia da reação?

712-P: Então, nessa reação de combustão do etanol, nós vamos ter então oh, uma liberação de quanto aqui?

(()) Silêncio na turma.

(()) A professora calcula a variação de entalpia da combustão do etanol a partir das entalpias padrão de formação das substâncias envolvidas no processo.

713-E_3: Mil duzentos e trinta e seis quilos joule por mol.

714-P: Se você fosse fazer então daqui, do metano, o que é que você iria fazer?

715-P: Você iria procurar na tabela a do metano.

716-P: O produto iria ser o mesmo, não é?

717-P: Você balanceava a equação, que vocês já sabem.

718-P: Você tem que fazer a equação, balancear e calcular esse calor de reação a partir da entalpia de formação padrão de cada componente.”

Analisamos o *corpus* do episódio 5 buscando compreender a construção discursiva da professora quando trabalhou o conceito científico de energia de ligação. Conforme procedemos nos episódios anteriores 1, 2, 3 e 4, no movimento analítico foram consideradas as finalidades comunicativas e os propósitos (dimensão situacional) e atitudes enunciativas e atitudes enuncivas (dimensão discursiva).

Quanto à finalidade comunicativa, relativa à intencionalidade psico-sócio-discursiva que determina a expectativa do ato de linguagem do sujeito falante e, por conseguinte, da própria troca linguageira (CHARAUDEAU, 2010). Iniciamos a análise da construção discursiva da professora segundo suas visadas comunicativas, aquelas definidas por um duplo critério: a intenção pragmática do “eu” em relação à posição que ele ocupa frente ao “tu” e a posição que, da mesma forma, “tu” deve ocupar (CHARAUDEAU, 2004). Nessa direção, identificamos neste episódio três visadas comunicativas: a visada de informação, aquela em que o “eu” quer fazer saber e está legitimado em sua posição de saber (CHARAUDEAU, 2004); a visada de demonstração, aquela em que o “eu” quer estabelecer uma verdade de mostrar as provas legitimado em sua posição de autoridade (CHARAUDEAU, 2004); e a visada de instrução, aquela em que o “eu” quer fazer saber-fazer legitimado em sua posição de autoridade de fazer saber (CHARAUDEAU, 2004).

A visada de informação foi identificada quando a professora transmitiu aos estudantes os seguintes fatos e/ou conceitos científicos: i) a entalpia padrão de formação de uma substância química pode ser determinada pelas energias de ligação entre os átomos que constituem essa substância (turnos 658 a 660); ii) a energia de ligação é a energia necessária para a dissociação de um determinado tipo de ligação (turnos 670 a 672); e iii) cada combustível tem um poder calorífico diferente devido à presença de diferentes ligações entre os átomos que formam as moléculas constitutivas desses combustíveis (turnos 681 a 695). Vejamos um exemplo da visada de informação:

“658-P: A entalpia padrão de formação de cada substância, ela vai ser calculada através da energia de...

(()) A professora escreve no quadro o termo energia de ligação.

659-ES: Ligação. **(II)**

660-P: LIGAÇÃO entre os átomos.”

Nesse momento do episódio, a professora quis um fazer saber (fazer com que os estudantes soubessem que a entalpia padrão de formação de cada substância química pode ser calculada através da energia de ligação entre os átomos que a constituem), estando legitimada em sua posição de saber (ela é a professora) e os estudantes em sua posição de dever saber.

Registramos a visada de demonstração no momento em que a professora desenvolveu um raciocínio para provar que os combustíveis automotivos têm poderes caloríficos diferentes devido à presença de diferentes ligações entre os átomos que constituem esses combustíveis, conforme ilustramos a seguir (turnos 681 a 695):

"684-P: Então, porque é que cada composto, cada combustível tem poder calorífico diferente?

685-P: O etanol e o gás metano, por exemplo?

686-P: Os tipos de ligações deles é que vão também determinar esse poder calorífico.

687-P: Vocês viram quando a gente fez a leitura do livro?

688-P: Que tinham vários combustíveis, não foi?

689-P: Carvão...

690-E_2: Gasolina.

691-P: Gasolina, etanol, gás metano, uma infinidade de compostos não é?

692-P: De combustíveis.

693-P: Cada um não tinha o poder calorífico diferente?

694-P: Na queima da mesma quantidade, na queima de um grama ou de um quilo daquele combustível, um iria fornecer uma energia e o outro iria fornecer uma energia muito maior.

695-P: Então, isso tá definido também através de suas energias de ligação, ok?"

Inicialmente, a professora perguntou aos estudantes por que cada combustível tem um poder calorífico diferente (turno 684). Em seguida, ela estabeleceu um raciocínio na tentativa de provar que os combustíveis têm diferentes poderes caloríficos porque são constituídos por diferentes tipos de ligações entre os átomos (turnos 685 a 695). Nesse momento, a professora quis estabelecer uma verdade (o poder calorífico é definido pelas energias de ligação existentes na molécula) e mostrar as provas (analisando os tipos de ligações), estando legitimada em sua posição de autoridade de saber, e os estudantes em sua posição de receber como verdadeira a proposição da professora.

A visada de instrução foi identificada no momento em que a professora quis que os estudantes aprendessem a determinar a variação de entalpia da combustão do etanol, conforme ilustramos a seguir (turnos 703 a 713):

"703-P: A variação de entalpia da reação, que é o calor de reação que a gente tá medindo, vai ser igual à entalpia de formação dos...

704-E_2: Dos produtos.

705-P: Menos dos reagentes.

706-P: E cada composto tem a sua entalpia de formação padrão que é a tabelada.

707-P: O que foi que a gente fez?

708-P: Procurou na tabela cada entalpia de formação padrão.

709-P: Esse não é um composto?

(()) A professora se refere ao etanol.

710-P: Esse composto daqui, ele vai ter uma entalpia de formação padrão. O gás carbônico, o CO_2 vai ter também outra entalpia, a água também tem sua entalpia de formação.

711-P: Essa entalpia de formação padrão é que é tabelada. A partir deles nós não podemos calcular a nossa entalpia da reação?

712-P: Então, nessa reação de combustão do etanol, nós vamos ter então oh, uma liberação de quanto aqui?

(()) Silêncio na turma.

(()) Os estudantes fazem os cálculos para a variação de entalpia da combustão do etanol.

713-E_3: Mil duzentos e trinta e seis quilos joule por mol."

Nesse momento, a professora quis um fazer saber-fazer (fazer com que os estudantes aprendessem como calcular a variação de entalpia da combustão do etanol a partir das entalpias padrão de formação dos compostos envolvidos), legitimada para transmitir o fazer saber-fazer, e os estudantes legitimados para dever saber-fazer.

Em síntese, a construção discursiva da professora no episódio "Trabalhando o conceito de energia de ligação" foi orientada por três finalidades comunicativas: fazer saber (informar), fazer crer (demonstrar verdades com provas) e fazer saber-fazer (instruir) sobre fatos e/ou conceitos científicos.

Quanto aos propósitos, concebidos como os referentes do discurso (CHARAUDEAU, 2009), as interlocuções entre a professora ocorreram em torno do conceito científico de energia de ligação. Ao trabalhar este conceito científico como a energia necessária para romper um mol de ligações covalentes simples, duplas ou triplas, não é, entre dois átomos, de forma a obter esses átomos isolados na forma gasosa, a professora recorreu a outros fatos e/ou conceitos científicos, conforme figura a seguir (Figura 11).

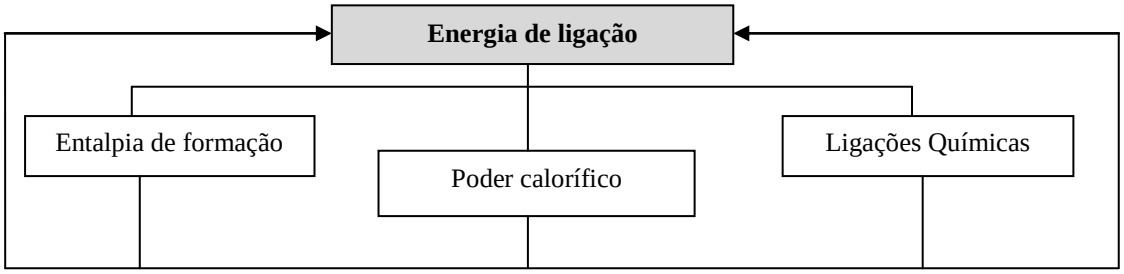

Figura 11: Representação da articulação entre o conceito de energia de ligação e outros fatos e/ou conceitos científicos

Considerando a figura 11, o conceito de energia de ligação neste episódio foi o macrotema, isto é, o domínio do saber tratado nas interlocuções (CHARAUDEAU, 2009) seguido de outros conceitos científicos, tais como: i) entalpia padrão de formação; ii) ligações químicas; e iii) poder calorífico.

Conforme procedemos nos episódios 1, 2, 3 e 4, nesse ponto mudamos a perspectiva do movimento analítico. Agora, levamos em conta o que Charaudeau (2009, p. 70) chama de dados internos, ou seja, o "conjunto dos comportamentos linguageiros esperados quando os dados externos da situação de comunicação são percebidos, depreendidos, reconhecidos", partindo do pressuposto de que mesmo sobredeterminado pelas restrições situacionais, o sujeito falante dispõe de uma margem de manobra que lhe permite manifestar um ato de individuação (CHARAUDEAU, 2004), ou seja, "distinguir-se por sua maneira de tomar a palavra, de estabelecer sua relação com o outro e de tematizar seu propósito" (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008, p. 273).

Nessa direção, continuamos o movimento analítico do *corpus* do episódio 5 considerando as estratégias discursivas, aquelas relativas aos modos de organização do discurso: enunciativo, descritivo, narrativo e argumentativo (CHARAUDEAU, 2008a). Para tanto, analisamos inicialmente as atitudes enunciativas da professora (modo enunciativo) visando compreender como esta estabeleceu relação de influência sobre os estudantes (atitudes enunciativas alocutivas), como expressou seus pontos de vista (atitudes enunciativas elocutivas) e como estabeleceu relação com outros discursos (atitudes enunciativas delocutivas). Para tanto, tomamos por base as categorias modais propostas por Charaudeau (2008a): interpelação, injunção, autorização, aviso, julgamento, sugestão, proposta, interrogação, petição (categorias modais alocutivas); constatação, opinião, apreciação, obrigação, promessa, proclamação (categorias modais elocutivas); e asserção e discurso relatado (categorias modais delocutivas).

Quanto às atitudes enunciativas alocutivas, ou seja, como a professora enunciou diante dos estudantes, identificamos quatro categorias modais alocutivas descritas a seguir: interpelação, injunção autorização e interrogação.

Interpelação: quando a professora designou os estudantes como seus interlocutores por uma identificação indeterminada, ao tempo em que atribuiu a si um estatuto que a autoriza envolvê-los (CHARAUDEAU, 2008a). A interpelação foi percebida quando a professora se dirigiu aos estudantes através de pronomes de tratamento, pronomes indefinidos ou pronomes pessoais, tais como: você, vocês, a gente, alguém, nós (turnos 654, 657, 663, 665, 666, 672, 673, 674, 677, 683, 687, 700, 703, 707, 711, 712, 714, 715, 717, 718), conforme ilustramos a seguir (turnos 714 a 717):

"714-P: Se você fosse fazer então daqui, do metano, o que é que você iria fazer?

715-P: Você iria procurar na tabela a do metano.

716-P: O produto iria ser o mesmo, não é?

717-P: Você balanceava a equação, que vocês já sabem."

Nesse momento, quando a professora enunciou: P - Se você fosse fazer então daqui, do metano, o que é que você iria fazer? (tuno 714), usando o pronome você, se dirigiu aos estudantes como seus interlocutores, esperando possivelmente que eles se envolvessem na troca e/ou colocassem o foco no que estava sendo abordado, ao tempo que atribuiu a si um estatuto que a autorizava a interpelá-los.

Injunção: quando a professora declarou com seus enunciados uma ação ou comportamento para os estudantes executarem de forma imperativa, ao tempo que atribuiu a si um estatuto de poder (CHARAUDEAU, 2008a). A injunção foi percebida quando a professora ordenou aos estudantes que fizessem silêncio (turnos 669, 676, 677, 717), conforme exemplificamos a seguir (turnos 674 a 677):

"674-P: Aqui temos o quê?

675-P: O etanol, não é isso?

676-P: Psiu!

677-P: Veja quantos tipos de ligações nós temos aqui."

Nesse momento, a professora trabalhava com os estudantes como se calcula a entalpia padrão de formação de um composto a partir de suas energias de ligação, porém devido ao excesso de conversas paralelas na turma, enunciou: P - Psiu! (turno 676), impondo um comportamento aos estudantes, o de fazer silêncio, ao tempo em que atribuía a si um estatuto de poder e de autoridade.

Autorização: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma ação aos estudantes julgando-os aptos para fazerem ou dizerem, ao mesmo tempo em que, concedendo-lhes o direito de fazer ou dizer, atribuiu a si um estatuto de poder que garantia esse direito (CHARAUDEAU, 2008a). A autorização foi percebida quando a professora, explícita ou implicitamente, através de interrogações ou de enunciados incompletos, abriu espaços para os estudantes se expressarem (turnos 651, 652, 653, 654, 657, 658, 662, 663, 665, 666, 668, 674, 675, 678, 681, 682, 684, 685, 687, 688, 693, 695, 696, 700, 703, 707, 709, 711, 712, 714, 716), conforme mostramos um exemplo a seguir (turnos 658 e 659):

"658-P: A entalpia padrão de formação de cada substância, ela vai ser calculada através da energia de...

659-ES: Ligação. **(II)**"

Enquanto escreve no quadro, a professora vai lendo em voz alta e, em determinado momento, enunciou: P - A entalpia padrão de formação de cada substância, ela vai ser calculada através da energia de... (turno 658), esperando que os estudantes completassem seu enunciado, como realmente o fizeram (turno 659), permitindo implicitamente que os estudantes se expressassem.

Interrogação: quando a professora estabeleceu com seus enunciados uma informação a adquirir pedindo aos estudantes para responderem sobre algo, impondo-lhes o papel de interrogados e atribuindo a si o direito de perguntar (CHARAUDEAU, 2008a). A interrogação foi identificada todas as vezes que a professora questionou os estudantes (turnos 651, 652, 653, 654, 657, 662, 663, 665, 666, 668, 674, 675, 678, 681, 682, 684, 685, 687, 688, 691, 693, 695, 696, 700, 707, 709, 711, 712, 714, 716), conforme ilustração a seguir (turnos 653 a 656):

"653-P: Como é que, como é que vai ser calculada essa entalpia de formação padrão?

654-P: Essa que a gente pegou na tabela?

655-E_3: Fazendo o cálculo.

656-P: Fez o cálculo para saber da reação."

Neste trecho transcrito, no momento em que a professora enunciou: P: (...), como é que vai ser calculada essa entalpia de formação padrão? (turno 653), queria saber dos estudantes como a entalpia de formação poderia ser calculada a partir das energias de ligação envolvidas, estabelecendo com seu enunciado uma informação a adquirir, ao tempo em que impôs aos estudantes o papel de interrogados e atribuiu a si o direito de questionar.

No quadro das interrogações feitas pela professora, identificamos neste episódio três tipos diferentes de interrogação: i) interrogações plenas, aquelas que requerem necessariamente uma resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997); ii) interrogações retóricas, aquelas que não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência (FÁVERO, 2000); e iii) interrogações semirretóricas, aquelas que requerem respostas, mas são respondidas pelo locutor e não pelo interlocutor (MARTELLOTA, 1997).

Interrogações plenas foram registradas quando a professora solicitava explicitamente respostas dos estudantes (turnos 665, 668, 681, 682, 684, 685, 712), como mostramos a seguir (turnos 712 e 713):

"712-P: Então, nessa reação de combustão do etanol, nós vamos ter então oh, uma liberação de quanto aqui?

713-E_3: Mil duzentos e trinta e seis quilos joule por mol."

Quando a professora perguntou aos estudantes qual o valor da variação de entalpia da reação, visto que já tinham calculado este valor anteriormente: P- Então, nessa reação de combustão do etanol, nós vamos ter então oh, uma liberação de quanto aqui? (turno 712), queria obter explicitamente uma resposta dos estudantes. Nessa direção, o estudante E_3 respondeu: E_3 - Mil duzentos e trinta e seis quilos joule por mol (turno 713).

Interrogações retóricas foram identificadas quando as perguntas lançadas pela professora não requeriam respostas, mas visavam manter a atenção e o envolvimento dos estudantes durante as interlocuções (turnos 651, 652, 653, 654, 657, 662, 663, 666, 675, 678,

687, 688, 691, 693, 695, 696, 700, 709, 711, 716), conforme ilustramos a seguir (turnos 675 a 678):

"**(())** A professora refere-se à fórmula estrutural do etanol escrita no quadro.

675-P: O etanol, não é isso?

676-P: Psiu!

677-P: Veja quantos tipos de ligações nós temos aqui.

678-P: São ligações covalentes, não é isso?"

Nesse momento, quando a professora enunciou: P - São ligações covalentes, não é isso? (turno 678), queria uma resposta dos estudantes, mas o apoio dos mesmos sobre o fato de que as ligações constitutivas da molécula do etanol são classificadas como ligações covalentes.

Interrogações semirretóricas foram registradas quando a professora lançava as perguntas aos estudantes, e sem esperar respostas dos mesmos, ela mesma as respondia (turnos 674, 707, 714), como ilustrado a seguir (turnos 702 a 708):

"702-P: Vamos recapitular.

703-P: A variação de entalpia da reação, que é o calor de reação que a gente tá medindo, vai ser igual à entalpia de formação dos...

704-E_2: Dos produtos.

705-P: Menos dos reagentes.

706-P: E cada composto tem a sua entalpia de formação padrão que é a tabelada.

707-P: O que foi que a gente fez?

708-P: Procurou na tabela cada entalpia de formação padrão."

Recapitulando com os estudantes sobre a variação de entalpia a partir das entalpias padrão de formação, referindo-se ao cálculo da variação de entalpia da combustão do etanol feito anteriormente, a professora perguntou: P - O que foi que a gente fez? (turno 707). Sem aguardar respostas dos estudantes, imediatamente ela mesma respondeu: P - Procurou na tabela cada entalpia de formação padrão (turno 708).

Quanto às atitudes enunciativas elocutivas (CHARAUDEAU, 2008a), ou seja, como a professora expressou seus pontos de vista, não identificamos marcas de subjetividade na construção discursiva da professora que revelassem sua posição, sua avaliação ou seu engajamento em relação ao dito.

Quanto às atitudes enunciativas delocutivas, aquelas que mostraram a relação da professora com outros discursos (CHARAUDEAU, 2008a), identificamos duas categorias modais delocutivas: asserção e discurso relatado.

A **asserção** foi registrada quando a professora, ao estabelecer relação com o discurso científico, apagou-se em seu ato de enunciação (turnos 658, 660, 670, 671, 672, 679, 680, 683, 686, 688, 689, 691, 694, 695, 703, 705, 708, 710, 711, 718), conforme exemplo a seguir:

"670-P: Energia de ligação é definida como a energia necessária para romper um mol de ligações covalentes simples, duplas ou triplas, não é, entre dois átomos, de forma a obter esses átomos isolados na forma gasosa.
671-P: Então, essa energia, essa entalpia de formação, ela vai depender das energias de ligação entre esses átomos."

Os dois enunciados da professora transcritos acima (turnos 670 e 671) não revelam quaisquer marcas de sua subjetividade nem marcas que anunciem a presença dos estudantes, enquanto seus interlocutores. São enunciados assertivos, impessoais e objetivos que expõem as ideias científicas como verdades.

Identificamos o **discurso relatado** quando a professora recorreu a outros discursos para legitimar seus enunciados (CHARAUDEAU, 2008a). O discurso relatado foi registrado quando a professora retomou o texto do livro, citando-o para resgatar a ideia de que existem vários combustíveis com diferentes poderes caloríficos, conforme ilustrado a seguir (turnos 685 a 693):

"685-P: O etanol e o gás metano, por exemplo.
686-P: Os tipos de ligações deles é que vão também determinar esse poder calorífico.
687-P: Vocês viram quando a gente fez a leitura do livro?
688-P: Que tinham vários combustíveis, não foi?
689-P: Carvão...
690-E_2: Gasolina.
691-P: Gasolina, etanol, gás metano, uma infinidade de compostos não é?
692-P: De combustíveis.
693-P: Cada um não tinha o poder calorífico diferente?"

Nesse momento, a professora retomou o texto do livro, lido em outro momento da sequência de aulas, para resgatar os exemplos de combustíveis citados nesse texto: P - Vocês viram quando a gente fez a leitura do livro? (turno 687). Portanto, ao retomar o texto em seu discurso, a professora enunciou de forma objetiva, desvinculada de subjetividade, assumindo o papel de relatora.

Identificadas as atitudes enunciativas ao longo do episódio 5, organizamos a representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas em gráfico de colunas (Gráfico 10).

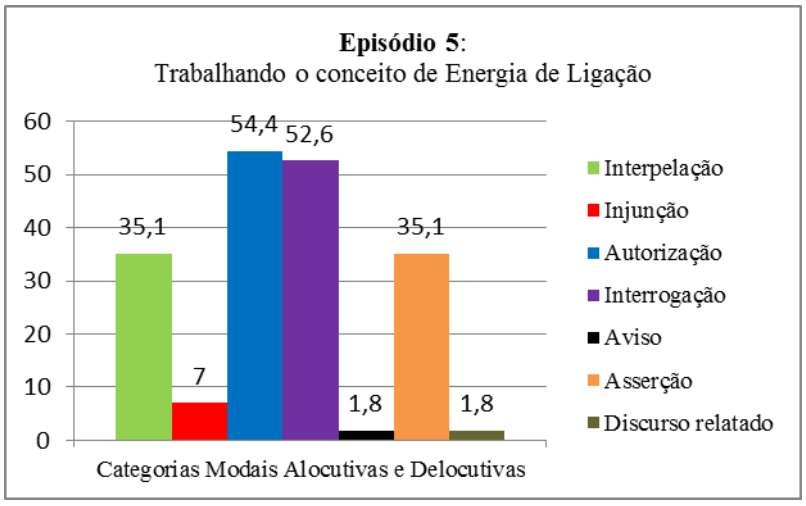

Gráfico 10: Representatividade das categorias modais alocutivas e delocutivas no episódio 5

Os dados do Gráfico 10 mostram que a autorização foi a que mais se destacou nesse episódio, visto que dos 57 turnos de fala da professora, 54,4% deles corresponderam às oportunidades dadas para os estudantes se expressarem, seja por enunciações incompletas, seja por interrogações. Como registrado nos episódios anteriores, a maioria dessas oportunidades foi dada por meio de interrogações, à medida que dos 57 turnos de fala da professora, 52,6% deles corresponderam às interrogações feitas aos estudantes.

Nesse sentido, criar condições para os estudantes se expressarem na sala de aula interrogando-os, foi uma estratégia discursiva para a qual a professora lançou mão quando trabalhou o conceito de energia de ligação.

A interpelação também esteve presente neste episódio, embora com uma representatividade menor quando comparada às categoriais modais de autorização e interrogação. Entretanto, a injunção teve uma frequência menor quando comparada ao episódio anterior. Nesse sentido, neste episódio a professora recorreu com menor frequência às palavras de ordem para controlar e chamar a atenção da turma.

Três tipos de interrogações estiveram presentes neste episódio: i) interrogações plenas, aquelas que requerem necessariamente uma resposta do interlocutor (MARTELLOTA, 1997); ii) interrogações retóricas, aquelas que não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência do interlocutor (FÁVERO, 2000); e iii) interrogações semirretóricas, aquelas que requerem respostas, mas são respondidas pelo locutor e não pelo interlocutor (MARTELLOTA, 1997). Por exemplo, quando a professora enunciou: P - Então, nessa reação de combustão do etanol, nós vamos ter então oh, uma liberação de quanto aqui? (turno 712), lançou mão de uma interrogação plena, pois solicitava explicitamente uma resposta dos estudantes. Em outros momentos, a professora interrogou retoricamente os

estudantes ao não solicitar necessariamente uma resposta, mas a anuência dos mesmos sobre, por exemplo, as ligações químicas existentes na molécula do etanol: P - São ligações covalentes, não é isso? (turno 678). As interrogações foram identificadas como semirretóricas quando a professora interrogava os estudantes, porém ela mesma respondia. Por exemplo, quando a professora perguntou: P - O que foi que a gente fez? (turno 707), referindo-se ao como calcularam a variação de entalpia da combustão do etanol a partir das entalpias de formação dos compostos envolvidos, e ela mesma respondeu: P - Procurou na tabela cada entalpia de formação padrão (turno 708).

A representatividade das interrogações plenas, retóricas e semirretóricas ao longo do episódio 5 está apresentada conforme gráfico a seguir (Gráfico 11).

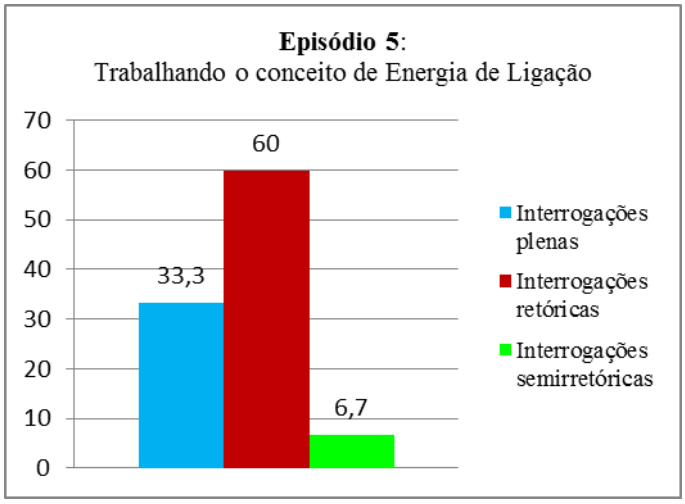

Gráfico 11: Representatividade dos tipos de interrogações no episódio 5

Tomando por base os dados do Gráfico 11, um fato observado neste episódio foi a predominância das interrogações retóricas em detrimento das interrogações plenas e das interrogações semirretóricas, visto que dos 30 turnos de fala da professora que corresponderam às interrogações, 20 ou 60% deles foram interrogações retóricas. Houve um aumento no número de interrogações retóricas em relação aos episódios 1, 2, 3, e 4, mostrando evidência de um movimento paulatino da professora ao longo dos cinco episódios de controlar as interlocuções ao manter seu turno e conseguir a anuência, a atenção e o engajamento dos estudantes nas interlocuções. Esse comportamento da professora pode justificar a diminuição da injunção neste episódio, ou seja, houve uma mudança de estratégia discursiva para controlar e chamar a atenção dos estudantes.

Conforme registramos nos episódios anteriores, as interrogações plenas foram convergentes, aquelas que implicam em respostas únicas, curtas e previsíveis (PEREIRA,

1991). Por exemplo: quando a professora perguntou aos estudantes: P - Como é que, como é que vai ser calculada essa entalpia de formação padrão? (turno 653), um deles respondeu: E_3 - Fazendo o cálculo (turno 655).

Por conseguinte, como identificamos nos episódios 1, 2, 3, e 4, as interrogações plenas convergentes tiveram uma perspectiva retórica, dado que suas finalidades na construção discursiva foram as de checar o entendimento dos estudantes, selecionar e revisar fatos e/ou conceitos científicos e conduzir os estudantes numa linha de raciocínio através de perguntas para as quais a professora já conhecia as respostas, ao tempo em que serviram, de certa forma, para controlar a atenção dos mesmos.

A professora manifestou sua relação com o discurso científico pela objetividade e pela legitimação, visto que foram identificadas as categorias delocutivas de asserção e do discurso relatado. Sobre as asserções, dos 57 turnos de fala da professora, 20 ou 35,1% deles corresponderam a enunciados assertivos. Como registrado nos episódios anteriores, enunciar fatos e/ou conceitos científicos de modo assertivo foi uma das estratégias discursivas da professora. Sobre o discurso relatado, a professora retomou outro discurso, o discurso do texto, buscando legitimidade para o que estava sendo dito.

No conjunto das atitudes enunciativas, dirigir-se aos estudantes para envolvê-los nas interlocuções, interrogá-los através de interrogações plenas convergentes e de interrogações retóricas e apresentar o discurso científico como verdade, foram estratégias discursivas da professora quando trabalhou o conceito de energia de ligação, estratégias que emergiram em função das identidades psicossociais institucionalmente legitimadas e reconhecidas para/pela a professora e para/pelos os estudantes no contexto da sala de aula.

Conforme procedemos nos episódios 1, 2, 3 e 4, continuamos o movimento analítico do *corpus* do episódio 5 visando compreender a construção discursiva da professora em função dos outros modos de organização do discurso: descritivo, narrativo e argumentativo (CHARAUDEAU, 2008a).

Tivemos como objetivo identificar as atitudes enuncivas da professora, isto é, como organizou discursivamente o conceito de energia de ligação. Para tanto, tomamos como categorias de análise procedimentos desses modos de organização discursiva. Nessa direção, registramos evidências do modo descritivo, aquele que "consiste em ver o mundo com um 'olhar parado', que faz existir os seres ao nomeá-los, localizá-los e atribuir-lhes qualidades que os singularizam" (CHARAUDEAU, 2008a, p. 111) (aspas do autor), quando a professora nomeou conceitos científicos atribuindo-lhes qualidades. Por exemplo, quando a professora enunciou: P - Energia de ligação é definida como a energia necessária para romper um mol de

ligações covalentes simples, duplas ou triplas, não é, entre dois átomos, de forma a obter esses átomos isolados na forma gasosa (turno 670) mostrou evidência do uso do modo descritivo de organização do discurso através do componente nomear.

Identificamos evidências do modo argumentativo, aquele que constitui o mecanismo que permite a construção de explicações sobre asserções feitas acerca do mundo (CHARAUDEAU, 2008a), numa perspectiva demonstrativa, quando a professora estabeleceu uma relação de causa e efeito entre os poderes caloríficos dos combustíveis automotivos e o conceito de energia de ligação. Para tanto, ela lançou mão do modo de raciocínio explicativo, aquele que estabelece uma relação de causalidade orientada da consequência para a causa (CHARAUDEAU, 2008a), conforme exemplo a seguir (turnos 681 a 695):

"681-P: Então, por que é que cada combustível tem um poder calorífico diferente?

682-P: Por exemplo: o gás metano?

683-P: Aqui nós temos ligação carbono/hidrogênio. Então nós temos tabelado aqui, também as energias de ligação para que você consiga calcular.

684-P: Então, porque é que cada composto, cada combustível tem poder calorífico diferente?

685-P: O etanol e o gás metano, por exemplo?

686-P: Os tipos de ligações deles é que vão também determinar esse poder calorífico.

687-P: Vocês viram quando a gente fez a leitura do livro?

688-P: Que tinham vários combustíveis, não foi?

689-P: Carvão...

690-E_2: Gasolina.

691-P: Gasolina, etanol, gás metano, uma infinidade de compostos não é?

692-P: De combustíveis.

693-P: Cada um não tinha o poder calorífico diferente?

694-P: Na queima da mesma quantidade, na queima de um grama ou de um quilo daquele combustível, um iria fornecer uma energia e o outro iria fornecer uma energia muito maior.

695-P: Então, isso tá definido também através de suas energias de ligação, ok?"

A professora perguntou aos estudantes por que cada combustível tem um poder calorífico diferente (turno 681). Em seguida, tomou como exemplo as ligações químicas presentes no gás metano (turno 682). Posteriormente enunciou: P - Aqui nós temos ligação carbono/hidrogênio Então nós temos tabelado aqui, também as energias de ligação para que você consiga calcular (turno 683). Na sequência, a professora comparou as ligações químicas do etanol e do gás metano para que os estudantes compreendessem que a diferença entre os poderes caloríficos desses dois combustíveis deve-se às diferentes quantidades de energia que são necessárias na dissociação das ligações químicas neles presentes. Nesse momento, identificamos uma lógica argumentativa, ou seja, estabelecimento de relações de causalidade

entre asserções. Através da asserção de partida (os combustíveis têm diferentes poderes caloríficos) (turno 681), a professora desenvolveu um encadeamento de asserções, as chamadas asserções de passagem (turnos 682 a 694) (as ligações químicas presentes no etanol e no gás metano) ao tempo que formou uma lógica que visava convencer os estudantes a aceitarem sua asserção de chegada (são as ligações químicas presentes nos combustíveis que determinam seus poderes caloríficos) (turno 686 e 695).

Enfim, uma síntese das análises da construção discursiva da professora em termos das restrições situacionais, das atitudes enunciativas e das atitudes enuncivas neste episódio está apresentada a seguir (Quadro 17).

Quadro 17: Síntese da análise do episódio 5 "Trabalhando o conceito de Energia de Ligação"

Restrições situacionais	Atitudes Enunciativas	Atitudes Enuncivas
Identidades Psicossociais Professora detentora do saber Estudantes com saber lacunar **Finalidades** Fazer saber (Visada de informação) Fazer crer (Visada de demonstração) Fazer saber fazer (Visada de instrução) **Propósitos** Macrotema: Energia de ligação Outros temas: Entalpia padrão de Formação; Ligações Químicas; Poder calorífico **Circunstâncias Materiais** Situação de comunicação interlocutiva	**Alocutivas** Interpelação Injunção Autorização Interrogação: Plenas, Retóricas e Semirretóricas Aviso **Delocutivas** Asserção Discurso relatado	**Descritiva** Nomear fatos e/ou conceitos científicos **Argumentativa** Demonstrar relações de causalidade

O nosso intuito em investigar a construção discursiva da professora quando trabalhou conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS ao longo dos episódios 1, 2, 3, 4 e 5, foi o de identificarmos indicadores de possibilidades e limitações da emergência do discurso argumentativo e delinearmos implicações dessa construção no processo de reconstrução de significados dos conceitos científicos trabalhados.

Nesse sentido, para retomarmos aspectos principais da construção discursiva da professora, elaboramos um quadro-síntese das análises dos cinco episódios apresentado a seguir (Quadro 18).

Quadro 18: Síntese das análises dos episódios 1, 2, 3, 4 e 5

Episódios	Restrições situacionais				Atitudes Enunciativas			Atitudes Enuncivas	
	Identidade	Finalidade	Propósitos	Circunstâncias Materiais	Alocutivas	Elocutivas	Delocutivas	Descritiva	Argumentativa
1	Professora detentora do saber Estudantes com saber lacunar	Fazer saber (Visada da Informação) Fazer crer (Visada de demonstração)	Macrotema: Reação de Combustão Outros temas: Transformação química, Energia térmica, Energia luminosa, Combustível, Comburente	Situação de comunicação interlocutiva	Interpelação Injunção Autorização Interrogação: Plenas e Retóricas Aviso Julgamento	———	Asserção	Nomear fatos e/ou conceitos científicos	Demonstrar relações de causalidade
2	Professora detentora do saber Estudantes com saber lacunar	Fazer saber (Visada de informação)	Macrotema: Calor Outros temas: Condições de transferência de calor, Unidades de medida de calor, Calorímetro, Caloria	Situação de comunicação interlocutiva	Interpelação Injunção Autorização Interrogação: Plenas e Retóricas Sugestão Julgamento	———	Asserção	Nomear fatos e/ou conceitos científicos	———
3	Professora detentora do saber Estudantes	Fazer saber (Visada de informação) Fazer crer (Visada de	Macrotema: Reação exotérmica / endotérmica Outros temas:	Situação de comunicação interlocutiva	Interpelação Injunção Autorização Interrogação: Plenas, Retóricas, e	———	Asserção	Nomear fatos e/ou conceitos científicos	Demonstrar relações de causalidade

	com saber lacunar	demonstração)	Reação de combustão, Calor de reação, Entalpia, Variação de entalpia		Semirretóricas Sugestão				
4	Professora detentora do saber Estudantes com saber lacunar	Fazer saber (Visada de informação) Fazer crer (Visada de demonstração) Fazer saber-fazer (Visada de instrução)	Macrotema: Entalpia padrão de formação Outros temas: Reação de combustão, Substâncias simples, Variação de entalpia	Situação de comunicação interlocutiva	Interpelação Injunção Autorização Interrogação: Plenas, Retóricas e Semirretóricas Sugestão	Querer	Asserção	Nomear fatos e/ou conceitos científicos	Demonstrar relações de causalidade
5	Professora detentora do saber Estudantes com saber lacunar	Fazer saber (Visada de informação) Fazer crer (Visada de demonstração) Fazer saber-fazer (Visada de instrução)	Macrotema: Energia de ligação Outros temas: Entalpia padrão de formação, Ligações químicas, Poder calorífico, Variação de entalpia	Situação de comunicação interlocutiva	Interpelação Injunção Autorização Interrogação: Plenas, Retóricas e Semirretóricas	———	Asserção Discurso relatado	Nomear fatos e/ou conceitos científicos	Demonstrar relações de causalidade

O primeiro movimento da identificação de possibilidades e limitações da emergência do discurso argumentativo ao longo dos cinco episódios foi considerarmos as restrições situacionais (CHARAUDEAU, 2004:2009) que influenciaram a construção discursiva da professora.

Quanto às identidades psicossociais, tivemos uma professora legitimada como detentora do saber e os estudantes como aqueles em estado de saber lacunar (CHARAUDEAU, 1993). Nesse sentido, a construção discursiva da professora emergiu de uma situação de comunicação caracterizada por uma assimetria decorrente principalmente da diferença do domínio de conhecimentos e do poder a ela conferido institucionalmente. Duas evidências dessa assimetria são destacadas: a professora manteve o domínio dos turnos durante as interlocuções e os estudantes usaram a maioria dos turnos para responder as perguntas da professora. Portanto, as identidades psicossociais da professora e dos estudantes no contexto escolar podem limitar a emergência de discurso argumentativo à medida que a assimetria decorrente dessas identidades privilegia os pontos de vista científicos dos quais a professora é portadora em detrimento de outros pontos de vista, ao tempo em que diminui as possibilidades o surgimento de contrapalavras por parte dos estudantes.

Quanto às finalidades comunicativas, a construção discursiva da professora foi orientada por um fazer saber (informar), fazer crer (estabelecer verdades e prová-las) e fazer saber-fazer (instruir). Em seu conjunto, elas convergem para finalidades postas ao professor pelo contrato de comunicação de sala de aula, como, por exemplo, ensinar conhecimentos científicos socialmente validados (CHARAUDEAU, 1993). Contudo, os conceitos científicos, sendo socialmente legitimados, não são vistos pelos professores como passíveis de questionamentos ou divergências. Por conseguinte, são trabalhados sem a perspectiva de fazê-los passíveis de discussão. Uma evidência desse comportamento na construção discursiva da professora foi expressar os conceitos científicos através de enunciados assertivos. Os enunciados assertivos podem se instituir como limitação para a instauração do discurso argumentativo no ensino de Ciências à medida que a discutibilidade é uma de suas condições de ocorrência (CHIARO e LEITÃO, 2005). Para superar essa limitação, um dos caminhos seria tornar os conceitos científicos passíveis de discussão, o que não implicaria negligenciar os significados cientifica e socialmente legitimados desses conceitos.

Quanto aos propósitos, um aspecto relevante refere-se à inserção dos conceitos científicos de base da Termoquímica com outros fatos e/ou conceitos científicos em um sistema de relações (VIGOTSKI, 1999b). Ampliar o âmbito dos conceitos trabalhados articulando-os a outros fatos e/ou conceitos científicos possibilita a emergência de discurso

argumentativo à medida que ativa determinados conhecimentos prévios dos estudantes e aumenta a capacidade dos mesmos de explicar e justificar suas hipóteses possibilitando o surgimento de divergências entre os conceitos científicos expostos pela professora e os pontos de vista dos estudantes.

Quanto às circunstâncias materiais**,** tivemos ao longo dos episódios condições que configuraram uma situação de comunicação interlocutiva, dado que a professora e os estudantes estavam fisicamente presentes um ao outro, o contrato de comunicação entre eles permitia a troca, o canal de transmissão das interlocuções foi predominantemente oral e a professora pôde perceber as reações dos estudantes e antecipar-lhes algumas informações, retificar outras ou apenas complementá-las (CHARAUDEAU, 2008a). Tais circunstâncias poderiam ter propiciado a emergência de discurso argumentativo dado que forneciam condições para desencadear um ambiente dialógico, aquele caracterizado pelo confronto de diferentes vozes (BAKHTIN, 1981). Contudo, como registrado em nossas análises, a distribuição assimétrica dos turnos de fala da professora e dos estudantes foi evidência de que as circunstâncias materiais não foram suficientes para garantir interações discursivas dialógicas.

O segundo movimento da identificação de possibilidades e limitações da emergência do discurso argumentativo foi considerarmos as atitudes enunciativas e as atitudes enuncivas identificadas na construção discursiva da professora em função das restrições situacionais consideradas anteriormente.

Quanto às atitudes enunciativas alocutivas, aquelas que explicitam a posição do locutor diante do interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a), constatamos que: criar oportunidades para os estudantes se expressarem seja por enunciações incompletas, seja por interrogações, dirigir-se aos mesmos, explicitamente ou implicitamente, na tentativa de fazê-los sentirem-se co-participantes da aula e interrogá-los frequentemente por interrogações plenas convergentes, retóricas e semirretóricas, foram estratégias discursivas recorrentes na maioria dos episódios e com maior representatividade quando comparadas à injunção, ao aviso, à sugestão e ao julgamento, conforme gráfico a seguir (Gráfico 12).

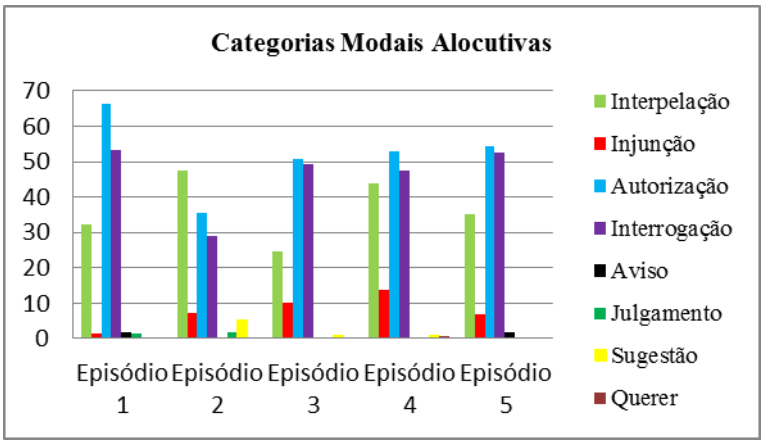

Gráfico 12: Representatividade das categorias modais alocutivas nos episódios 1, 2, 3, 4 e 5

Sobre as atitudes enunciativas alocutivas, quatro aspectos da construção discursiva da professora podem ser destacados. O primeiro corresponde à relação de influência estabelecida pela professora sobre os estudantes. Quando o sujeito falante impõe ao interlocutor a execução de uma ação, está enunciando numa posição de superioridade (CHARAUDEAU, 2008a).

Nesse sentido, a professora enunciou numa posição de superioridade ao impor, através dos seus enunciados, ações aos estudantes, como, por exemplo: reconhecerem-se como alvo de sua interpelação; falarem quando permitidos pela autorização; responderem às perguntas quando solicitados pela interrogação; e prestarem atenção ou ficarem em silêncio pela injunção. Por conseguinte, a imposição de ações da professora para os estudantes executarem sinalizou o estabelecimento de uma relação de influência configurada como uma relação de força (CHARAUDEAU, 2008a).

Embora a categoria modal alocutiva de interrogação seja considerada por Charaudeau (2008a) como uma "solicitação" do locutor ao interlocutor, configurando um enunciar numa posição de inferioridade, essa categoria ao longo dos episódios analisados ressaltou ainda mais a relação de força entre a professora e os estudantes, dado que a professora ao interrogar os estudantes impôs aos mesmos o papel de interrogados, colocando-os na obrigação de responderem as perguntas.

O segundo aspecto refere-se à recorrência das interrogações ao longo dos episódios, dado que dos 446 turnos de fala da professora, 212 ou 47,5% foram dedicados às interrogações. Esse fato parece indicar, por parte da professora, um convite à interação em sua sala de aula, uma preocupação em estabelecer uma participação mais efetiva dos estudantes e até uma tentativa de quebrar a assimetria característica entre professor e estudantes no contexto escolar.

O terceiro aspecto refere-se aos tipos de interrogações identificadas ao longo dos episódios, cuja representatividade está apresentada no gráfico a seguir (Gráfico 13).

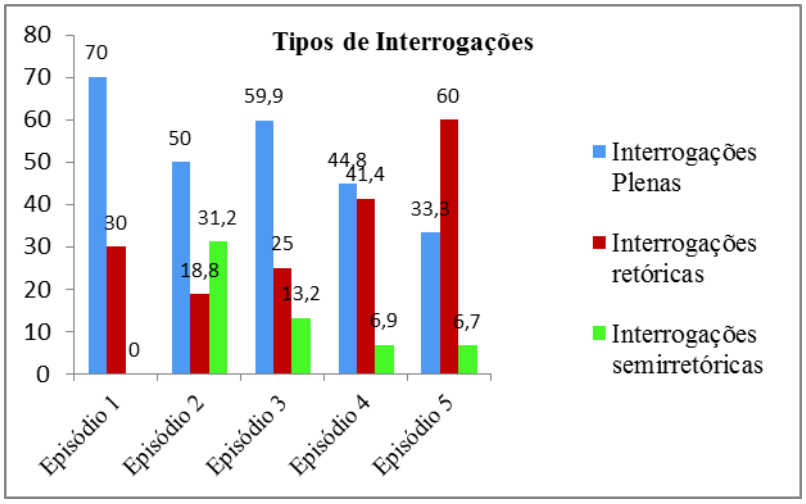

Gráfico 13: Representatividade dos tipos de interrogações ao longo dos episódios.

Com base no Gráfico 13, as interrogações plenas e as interrogações retóricas estão presentes em todos os episódios. Um fato registrado é que as interrogações plenas vão gradativamente dando lugar as interrogações retóricas ao longo dos episódios. Nessa direção, a professora vai paulatinamente diminuindo as possibilidades dos estudantes de exporem suas ideias em sua sala de aula, dado que as interrogações retóricas não requerem respostas e são usadas para manter o turno ou conseguir a anuência do interlocutor (FÁVERO, 2000). Interrogações retóricas do tipo "certo?/não foi isso?/não é?/ok?/entenderam?" foram evidências de uma intenção crescente da professora em manter a atenção e a anuência dos estudantes sobre os fatos e/ou conceitos científicos trabalhados.

Um quarto e último aspecto acerca das atitudes enunciativas alocutivas da professora tem relação ao tipo de interrogações plenas. Em todos os episódios analisados as interrogações plenas foram convergentes, aquelas que implicam em respostas únicas e curtas, de conteúdo previsível (PEREIRA, 1991), e não divergentes, aquelas que solicitam que os estudantes apresentem suas opiniões a partir dos dados que dispõem (PEREIRA, 1991). Por conseguinte, as interrogações plenas convergentes tiveram uma conotação retórica à medida que solicitavam respostas já previstas e esperadas pela professora.

Quanto às atitudes enunciativas elocutivas, aquelas que permitem explicitar as posições do locutor em relação a si mesmo (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008), marcas da subjetividade não foram identificadas na construção discursiva da professora na maioria dos episódios analisados, exceto no episódio 4.

Embora a categoria elocutiva querer assuma um sentido de exigência quando o locutor enuncia numa posição de autoridade diante do interlocutor (CHARAUDEAU, 2008a), como é o caso da professora, percebemos que ao enunciar: P - Eu quero que vocês me ajudem (turno 601, episódio 4), referindo-se ao cálculo da variação de entalpia da reação de combustão do etanol, o querer da professora foi mais um estímulo, um convite para a colaboração dos estudantes do que uma exigência sobre os mesmos.

Contudo, expressar seus pontos de vista não foi uma das atitudes enunciativas da professora ao longo dos episódios analisados, o que implicou em alguns momentos numa maior objetividade em seus enunciados.

Enunciados objetivos foram identificados quando a professora expressava fatos e/ou conceitos científicos. Quando a asserção é usada pelo locutor faz o interlocutor entrar em um mundo de evidência que cria "verdades" estabelecidas (CHARAUDEAU, 2008a). Nesse sentido, com relação aos propósitos, esses enunciados foram objetivos à medida que não revelavam marcas de subjetividade da professora nem marcas que anunciassem a presença dos estudantes enquanto interlocutores, mas testemunhavam o discurso da ciência de modo assertivo, fazendo-o existir por si mesmo, apresentando-o como verdade.

Enunciados assertivos foram identificados em todos os episódios, conforme mostramos no gráfico a seguir (Gráfico 14):

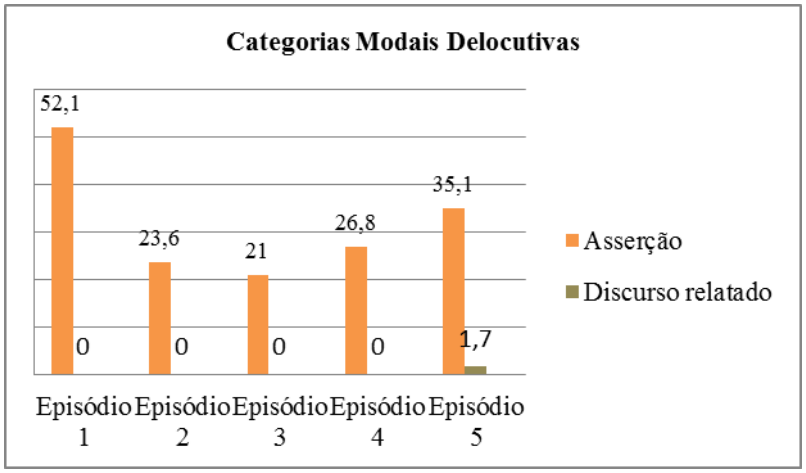

Gráfico 14: Representatividade das categorias modais delocutivas nos episódios 1, 2, 3, 4 e 5

Os dados do Gráfico 14 confirmam a presença de enunciados assertivos durante todos os episódios. No conjunto dos episódios analisados, dos 446 turnos de fala da professora, 132 ou 29,6% deles foram enunciados assertivos, dado que foram enunciados que apagaram qualquer vestígio dos interlocutores (professora e estudantes) expressando os pontos de vista

de uma terceira voz: a voz da ciência (CHARAUDEAU, 2008a). Por exemplo: um dos enunciados assertivos foi registrado quando a professora, para responder à pergunta de um dos estudantes sobre o que é um comburente, enunciou: P - É uma mistura gasosa com o oxigênio. Vai proporcionar a combustão (turno 126, episódio 1). Isento de marcas de subjetividade dos interlocutores, nesse enunciado assertivo a voz da ciência é expressa como verdade.

Todavia, ressaltamos que do ponto de vista científico, o conceito de comburente expresso no enunciado da professora diverge do conceito cientificamente aceito. Embora o comburente seja considerado como "material gasoso contendo oxigênio" (SANTOS e MÓL, 2005, p. 389), é o oxigênio que é reduzido numa reação de combustão e não os demais participantes do material gasoso. Nesse sentido, um fato observado é que, às vezes, pode emergir em enunciados assertivos, não uma verdade legitimada cientificamente, mas uma verdade apropriada pelos professores acerca dos conceitos científicos.

Considerando atitudes enunciativas da professora, destacamos outros indicadores de possibilidades e limitações para a emergência do discurso argumentativo. Dentre as possibilidades, estão: i) criar oportunidades para os estudantes se expressarem, seja por enunciações incompletas, seja por interrogações; ii) dirigir-se aos mesmos, explicitamente ou implicitamente, na tentativa de fazê-los sentirem-se co-participantes das interlocuções; e iii) interrogá-los frequentemente por interrogações plenas, aquelas que solicitam respostas. Tais atitudes poderiam suscitar a emergência e o confronto de diferentes pontos de vistas e, por conseguinte, promover a instauração do discurso argumentativo. Dentre as limitações, destacamos o uso de: i) interrogações plenas convergentes, à medida que são interrogações direcionadas a um único ponto de vista, um ponto de vista previsível que implicam respostas únicas e curtas; ii) interrogações retóricas e interrogações semirretóricas, dado que são tipos de interrogações não abrem espaço para os estudantes se expressarem; e iii) enunciados assertivos, dado que expressando os fatos e/ou conceitos científicos como verdades não permitem a discutibilidade em torno dos mesmos.

Quanto às atitudes enuncivas da professora, aquelas relacionadas aos modos de organização do discurso (CHARAUDEAU, 2004), identificamos uma organização dos conteúdos trabalhados em torno do modo descritivo e argumentativo, dado que houve:

i) uma tendência de nomear fatos e/ou conceitos científicos, como, por exemplo, nomear uma transformação química com formação de energia luminosa e de energia térmica de reação de combustão (episódio 1), a energia transferida de um corpo para outro quando estes estão em diferentes temperaturas de calor (episódio 2), a relação matemática entre entalpia dos

produtos e a entalpia dos reagentes de variação de entalpia (episódio 3), a energia necessária para a formação de um mol de um composto químico de entalpia de formação (episódio 4), e a energia que acompanha a dissociação de um determinado tipo de ligação química de energia de ligação (episódio 5);

ii) uma tendência de estabelecer relações de causalidades entre fatos e/ou conceitos científicos, como, por exemplo, relações de causa e efeito entre reações de combustão e a produção de energia térmica e luminosa (episódio 1), reações exotérmicas e a variação de entalpia (episódio 3), variação de entalpia de uma transformação química e as entalpias de formação de seus reagentes e produtos (episódio 4), e poderes caloríficos dos combustíveis e as energias de ligação neles presentes (episódio 5).

Considerando atitudes enuncivas da professora, outros indicadores de possibilidades e limitações para a emergência do discurso argumentativo podem ser identificados.

Apesar de a razão demonstrativa constituir, via relações de causalidades, um dos componentes do modo argumentativo de organização do discurso (CHARAUDEAU, 2008a), não identificamos, ao longo dos episódios analisados, discurso argumentativo, aquele concebido como um modo específico de interação através da linguagem que se caracteriza como atividade verbal e social que tem por objetivo reforçar ou enfraquecer a aceitabilidade de um ponto de vista controverso (VAN EEMEREN *et al*., 1996) visando uma busca de racionalidade e uma busca de influência, cujas condições enunciativas de base são o dispositivo argumentativo: proposta, proposição e persuasão (CHARAUDEAU, 2008a).

Nessa direção, para instaurar discurso argumentativo, além das relações de causalidade, a professora deveria ter instaurado um segundo movimento: o desencadeamento de dispositivo argumentativo. Seria necessário inicialmente que as asserções fossem postas em questionamento, ou seja, que se estabelecesse a proposta: uma asserção capaz de gerar polêmica. Em seguida, que se tomasse ou não posição diante do quadro de questionamento estabelecendo a proposição. E finalmente, que fosse desencadeado um quadro de raciocínio destinado a justificar, a refutar ou a ponderar a posição tomada, estabelecendo a persuasão (CHARAUDEAU, 2008a).

Portanto, o estabelecimento de uma lógica argumentativa (asserção de partida, asserção de passagem e asserção de chegada) pela professora na maioria dos episódios não garantiu a instauração de discurso argumentativo, dado que a razão demonstrativa deveria se associar a razão persuasiva (CHARAUDEAU, 2008a). Para que se organize o discurso argumentativamente, não é suficiente que sejam estabelecidas apenas relações de causalidade,

mas é necessário que elas se inscrevam em um quadro de questionamento que possa gerar um ato de persuasão (CHARAUDEAU, 2008a).

As relações de causalidades estabelecidas pela professora deveriam ter sido colocadas num quadro de questionamento que, partindo de uma atividade de problematização, implicasse o desenvolvimento de um ato de persuasão, resultando numa "sequência intercalada de exposição de pontos de vista fundados em justificativas, voltados para o convencimento" (TEIXEIRA, 2009, p. 58).

Todavia, tomando por base os trechos transcritos dos episódios constitutivos das relações de causalidade estabelecidas pela professora, não identificamos a instauração da atividade cognitiva de problematização, isto é, não identificamos a instauração de um quadro de questionamento que colocasse em oposição duas asserções e, por conseguinte, implicasse em uma tomada de posição e em um ato de persuasão. Por exemplo: no episódio 1, quando a professora interrogou os estudantes sobre o que ocorre na combustão (turno 9) e eles responderam: ES - Queima (turno 10), ela não problematizou a resposta dos estudantes, mas a confirmou: P - Queima, não é? (turno 11). Esse movimento de interrogar e confirmar as respostas dos estudantes aconteceu ao longo dos outros turnos (turnos 11, 15, 17, 20, 23, 24, 33, 37, 41 e 42), pois as respostas dos estudantes não foram questionadas ou colocadas em oposição, ou seja, não foram problematizadas.

Quando os estudantes respondem que é a "queima" que ocorre na combustão, a professora poderia ter problematizado essa resposta. Questões do tipo "durante a queima os materiais são destruídos?" ou "toda combustão está associada ao fogo?" poderiam contribuir para desestabilizar, por exemplo, concepções alternativas de estudantes que associam a combustão/queima ao fogo ou à chama, ao tempo em que possibilitaria a instauração de um quadro de questionamento que colocasse asserções em oposição e, por conseguinte, implicasse em uma tomada de posição e em um ato de persuasão, isto é, possibilitaria a emergência de dispositivo argumentativo.

Considerando os demais momentos em que a professora estabeleceu relações de causalidade nos episódios 3, 4 e 5, esse movimento de interrogar e confirmar as respostas dos estudantes sem problematizá-las foi recorrente em todos eles. Consequentemente, no quadro das relações de causalidade estabelecidas, não emergiu discurso argumentativo porque as asserções não foram colocadas em oposição e, por conseguinte, não foi instaurado um quadro de questionamento que implicasse um ato de persuasão. A ausência da problematização se constituiu como mais um indicador da limitação da emergência do discurso argumentativo ao longo dos episódios analisados.

Mas, por que a problematização, enquanto atividade cognitiva que faz emergir o discurso argumentativo, não foi instaurada na sala de aula da professora ao longo dos episódios?

Na tentativa de respondermos ao questionamento colocado e considerando nossos resultados à luz dos nossos referenciais teóricos, direcionamos nosso foco para os tipos de interrogações feitos pela professora quando as relações de causalidade entre as asserções foram estabelecidas, cuja distribuição é mostrada conforme gráfico a seguir (Gráfico 15). Contudo, ressaltamos que a professora não estabeleceu relações de causalidade no episódio 2 e, dessa forma, os tipos de interrogações não foram considerados naquele momento.

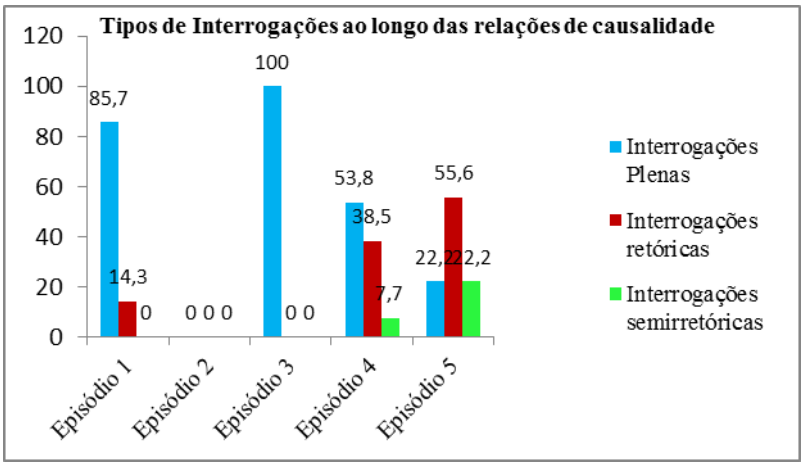

Gráfico 15: Tipos de interrogações durante as relações de causalidades estabelecidas

Tomando por base o Gráfico 15, constatamos a presença das interrogações quando as relações de causalidade foram estabelecidas pela professora. Entretanto, quais as características dessas interrogações? Com quais objetivos foram lançadas pela professora? Por que não possibilitaram a instauração da problematização e, por conseguinte, a emergência de discurso argumentativo?

Nos episódios 1, 3 e 4, as interrogações plenas foram predominantes quando comparadas com as interrogações retóricas e semirretóricas. Fato que deveria aumentar a probabilidade de construção de espaço de problematização. Todavia, como já mencionamos, não foi isso que ocorreu. Perguntas plenas como "Alguém tem uma ideia do que é combustão?" (turno 3, episódio 1), "Um quilograma tem quantos gramas?" (turno 266, episódio 2), "Em todas as transformações químicas vai haver sempre liberação de calor?" (turno 308, episódio 3), "Etanol mais oxigênio formando o quê?" (turno 577, episódio 4), e "Então, nessa reação de combustão do etanol, nós vamos ter então oh, uma liberação de

quanto aqui?" (turno 712, episódio 5), não forem suficientes para desencadear a problematização, dado que foram interrogações plenas convergentes.

Durante as relações de causalidade estabelecidas, não identificamos interrogações plenas divergentes (PEREIRA, 1991) ou interrogações que suscitassem polêmica, oposição, divergências, controvérsias, tensão ou confronto entre diferentes perspectivas, isto é, não identificamos interrogações argumentativas, aquelas cujo valor está em encontrar contradição, encontrar polêmica (CHARAUDEAU e MAINGUENEAU, 2008).

Por conseguinte, as interrogações feitas pela professora ao tempo em que estabelecia relações de causalidade, sejam elas interrogações plenas convergentes, retóricas ou semirretóricas, não propiciaram a inscrição das asserções constitutivas dessas relações em um quadro de questionamento necessário para desencadear o outro componente da argumentação: a razão persuasiva (CHARAUDEAU, 2008a).

Portanto, esses tipos de interrogações se constituíram como limitações para a emergência do discurso argumentativo ao longo dos episódios analisados. Lembremos que visando promover a argumentação, as perguntas propostas pelo professor devem levar os estudantes a "ponderar sobre o poder explicativo de cada afirmação, reconhecer afirmações contraditórias, identificar evidências e integrar diferentes afirmações mediante a ponderação de tais evidências" (CARVALHO, 2007, p. 31).

Nesse sentido, do ponto de vista do modo argumentativo de organização do discurso, houve uma tendência da professora em gerenciar os fatos e/ou conceitos científicos numa dimensão mais racional, isto é, numa razão mais demonstrativa (CHARAUDEAU, 2008) buscando racionalidade que numa dimensão mais relacional, ou seja, numa razão mais persuasiva (CHARAUDEAU, 2008) buscando influenciar os estudantes.

Nessa direção, considerando que as estratégias discursivas podem ser desenvolvidas em torno da legitimação, da credibilidade e da captação (CHARAUDEAU, 1992), a professora desenvolveu, ao longo dos episódios analisados, estratégias discursivas fundadas mais no âmbito da legitimação e da credibilidade, pressupostas respectivamente, por sua autoridade institucional e por sua posição de verdade quanto ao discurso científico, que no âmbito da captação, ou seja, estratégias discursivas que movem a afetividade dos estudantes fazendo-os se interessar por seu universo discursivo.

Identificados, a partir da construção discursiva da professora, alguns indicadores de possibilidades e limitações da emergência do discurso argumentativo em sua sala de aula, delineamos a seguir, implicações dessa construção discursiva para o processo de ensino-

aprendizagem dos conceitos científicos da Termoquímica, enquanto processo de reconstrução de significados.

Delinearmos implicações da construção discursiva da professora para o processo de reconstrução de significados para conceitos científicos é relevante por dois motivos. Primeiro, porque o ensino de Ciências segundo abordagem CTS pretende que os estudantes integrem o conhecimento científico às suas reflexões para tomada de decisão. A dimensão científica se constitui como importante subsídio de reflexão para tomada de decisão acerca de ações emergentes para a sustentabilidade do planeta, embora outras dimensões devam ser consideradas nesse processo. Por exemplo, compreender que combustíveis automotivos poluem o ar, demanda a apropriação do que seja combustão, do que é produzido nesse tipo de reação, do que são combustíveis fósseis, etc.

Segundo, sendo o professor aquele que possibilita, enquanto o outro mais experiente (VIGOTSKI, 1999a), o processo de reconstrução de significados em sala de aula, é relevante percebermos como a construção discursiva da professora contribuiu para esse processo. Por exemplo, numa visão mais imediata, considerando as interações discursivas como condição necessária para a produção de conhecimentos por parte dos estudantes, particularmente aquelas que permitam o diálogo (REGO, 1999), a frequência com que a professora interpelou, autorizou momentos de fala e interrogou os estudantes ao longo dos episódios pode ter favorecido o processo de reconstrução de significados para conceitos científicos da Termoquímica em sua sala de aula.

O processo de reconstrução de significados quando analisado considerando as etapas propostas por Bakhtin (1981), tem-se que: inicialmente, os novos significados são introduzidos no plano social; em seguida os indivíduos consideram esses significados como metade deles e metade do outro; e finalmente, os significados são completamente apropriados pelos mesmos.

Na situação de sala de aula de Ciências, o processo de reconstrução de significados para conceitos científicos, por exemplo, tem início com a introdução dos novos significados pelo professor, ao tempo em que ainda são estranhos aos estudantes e pertencentes ao outro, isto é, ao professor, ao livro didático, ao discurso da ciência, etc.; continua quando os estudantes começam a ver os significados não mais como estranhos, mas como metade deles e metade do outro; e é concluído quando os estudantes são capazes de "aplicar novos significados a uma variedade de diferentes fenômenos ou situações" (MORTIMER, 2010, p. 191).

Nessa perspectiva, uma primeira implicação da construção discursiva da professora é delineada quando consideramos a primeira etapa do processo de reconstrução de significados, aquela em que novos significados (significados dos conceitos científicos) são introduzidos (BAKHTIN, 1981; MORTIMER, 2010).

Para introduzir os significados dos conceitos científicos de base da Termoquímica em sua sala de aula, a professora nomeou: uma transformação química com formação de energia luminosa e de energia térmica de reação de combustão (episódio 1); a energia transferida de um corpo para outro quando estes estão em diferentes temperaturas de calor (episódio 2); a relação matemática entre entalpia dos produtos e a entalpia dos reagentes de variação de entalpia (episódio 3); a energia necessária para a formação de um mol de um composto químico de entalpia de formação (episódio 4); e a energia que acompanha a dissociação de um determinado tipo de ligação química de energia de ligação (episódio 5).

Outra estratégia que contribuiu para a introdução desses significados na sala de aula da professora foi o estabelecimento de relações de causa e efeito entre: reações de combustão e a produção de energia térmica e luminosa (episódio 1); reações exotérmicas e a variação de entalpia (episódio 3); variação de entalpia de uma transformação química e as entalpias de formação de seus reagentes e produtos (episódio 4); e poderes caloríficos dos combustíveis e as energias de ligação neles presentes (episódio 5).

Portanto, o uso pela professora do modo descritivo e do modo argumentativo de organização do discurso, este último através das relações de causalidades (CHARAUDEAU, 2008a), contribuiu para a efetivação da primeira etapa do processo de reconstrução de significados.

Uma segunda implicação da construção discursiva da professora é percebida levando em conta a segunda etapa do processo de reconstrução de significados, aquela em que os indivíduos consideram os novos significados como metade deles e metade do outro (BAKHTIN, 1981; MORTIMER, 2010). Nessa perspectiva, envolver os estudantes nas interlocuções, oferecer oportunidades para eles se expressarem e interrogá-los constantemente foram atitudes enunciativas que contribuíram para a transição dos estudantes da primeira etapa do processo de reconstrução de significados para a segunda etapa, ou seja, para a transição dos estudantes das “palavras-alheias” para “palavras próprias alheias” (BAKHTIN, 1981).

Todavia, poucos foram os momentos em que registramos essa transição pelos estudantes, dado que dos 149 turnos de fala dos estudantes, apenas 3 turnos (turnos 317, 432, 491) ou 2,01% deles mostraram evidência da segunda etapa do processo de reconstrução de

significados. Um desses momentos foi registrado no episódio 3: a professora trabalhava relações entre reações exotérmicas e reações endotérmicas e suas respectivas variações de entalpia, e enunciou: P - Quando você tiver uma reação que você ver que o delta aga negativo, é menor que zero, então você já sabe que aquela reação é uma reação... EXOTÉRMICA (turno 431). Imediatamente, o estudante E_3 se posicionou em relação ao enunciado da professora: E_3- Isso vai variar, se for exo ou endo (turno 432). Esse posicionamento do estudante E_3, sua atitude responsiva (BAKHTIN, 2003) diante do enunciado da professora, evidenciou que ele situava-se em vias de compreender que reações exotérmicas e reações endotérmicas têm comportamentos diferentes quanto ao sinal da variação de entalpia, visto que compreender a enunciação de outrem significa orientar-se em relação a ela (BAKHTIN, 2006).

Na réplica elaborada por E_3 (turno 432) temos um exemplo de reação ativa ao discurso de outrem numa tendência dogmática (BAKHTIN, 2006) que busca conservar a integridade e autenticidade do discurso científico ao protegê-lo de infiltrações por suas próprias palavras. Este fato pode ter relação com o caráter canônico do discurso científico decorrente das asserções pelas quais a professora enunciou os conceitos científicos. Enunciados como verdades, os significados dos conceitos científicos foram mostrados como fixos e não como passíveis de modificações pelo encontro com as vozes dos estudantes.

Por conseguinte, a construção discursiva da professora foi caracterizada por um discurso de autoridade demandando apenas reconhecimento e assimilação (BAKHTIN, 2003) e evidenciando a ideia de que os fatos e/ou conceitos científicos não necessitam do embate de vozes.

Esse fato pode ser constatado pelo predomínio das estratégias discursivas da professora no âmbito da legitimação e da credibilidade em detrimento da captação como registrado anteriormente.

A reconstrução de significados, enquanto processo pelo qual os indivíduos somam às palavras alheias suas experiências cotidianas, convertendo-as em palavras próprias alheias para gerar um novo dizer, as palavras próprias (BAKHTIN, 2003), implica um mínimo de negociação de significados entre os estudantes e a professora. Nessa direção, seria necessária a presença de discurso internamente persuasivo (BAKHTIN, 1981), pois é através dele que diferentes pontos de vista podem entrar em diálogo, em confronto, para então, serem negociados visando reconstrução de novos significados.

Considerando que o discurso internamente persuasivo é possibilitado pelo discurso argumentativo, pois é característico da argumentação o confronto de oposições para a

emergência de um novo ponto de vista, isto é, a emergência de um novo sentido (LEITÃO, 2000), uma terceira implicação da construção discursiva da professora foi uma ausência de discurso internamente persuasivo, visto que o discurso argumentativo não foi identificado.

Todavia, se o discurso de autoridade prevaleceu ao longo dos episódios analisados, uma quarta implicação da construção discursiva da professora foi dificultar a reação ativa dos estudantes numa tendência polifônica à medida que não há possibilidade de compreensão ativa do discurso de autoridade por meio das próprias palavras.

Uma quinta implicação da construção discursiva da professora é percebida levando em conta a terceira etapa do processo de reconstrução de significados, na qual os significados são completamente apropriados pelos estudantes, isto é, aquela em que os estudantes são capazes de aplicar os novos significados a outros fenômenos ou situações (MORTIMER, 2010).

Por exemplo, quando a professora e estudantes debateram sobre as relações entre a queima de combustíveis e a poluição do ar (ver quadro 12) era uma oportunidade para que os estudantes aplicassem os conceitos científicos apreendidos para justificar seus posicionamentos. Em um momento do debate, a professora se referindo a poluição do ar pelos automóveis perguntou aos estudantes: P - Quais são as soluções para a gente utilizar? (turno 899) e E_8 respondeu: E_8 - Ir de bicicleta. A professora insistiu e questionou: P - Mas, se a gente tem que usar um combustível, então o que é que a gente vai utilizar? (turno 904) e E_{12} respondeu: E_{12} - Usar mais álcool no lugar da gasolina (turno 906). Contudo, a professora não questionou a resposta de E_{12} para que ele explicasse por que usar álcool no lugar da gasolina minimizaria a poluição atmosférica decorrente da queima dos combustíveis automotivos, mas apenas a confirmou: P - Usar mais álcool que a gasolina (turno 907).

Em outro momento do debate, a professora se referindo aos carros movidos à bateria no combate à poluição do ar, enunciou: P - Se você tem uma bateria (inaudível), vai ser muito mais... (turno 944), e o estudante E_3 completou: Menos poluente (turno 945). Em seguida, a professora confirmou o enunciado de E_3: P - Menos poluente, com certeza (turno 946). Como a professora mais uma vez confirmou e não questionou a colocação de E_3, não podemos afirmar se este estudante compreendeu que o carro movido a bateria é menos poluente porque não tem como processo gerador de energia a combustão de combustíveis fósseis, ou simplesmente, porque esse entendimento é um consenso socialmente legitimado e divulgado pela mídia.

Ao longo do debate, um aspecto observado foi o fato de a professora ter lançado perguntas aos estudantes que não solicitavam necessariamente o uso dos conceitos científicos trabalhados ao longo dos episódios.

Embora os momentos da sequência de aulas nos quais a professora abordou as questões sociais, como, por exemplo, durante o debate, não tenham sido analisados nessa investigação, percebemos que nesses momentos, os estudantes não utilizaram os conceitos científicos quando solicitados a julgarem ou tomarem posição diante de tais questões. Se o processo de reconstrução de significados finaliza quando os estudantes são capazes de usar os conceitos científicos em outras situações ou outros fenômenos (MORTIMER, 2010), a construção discursiva da professora pode ter comprometido a terceira etapa do processo de reconstrução de significados à medida que as perguntas lançadas aos estudantes não solicitaram o uso dos conceitos científicos pelos mesmos, conforme constatamos no momento do debate sobre as relações entre a queima de combustíveis e a poluição do ar. Dessa forma, as atitudes enunciativas e enuncivas da professora não foram suficientes para garantir esta etapa.

Enfim, as implicações da construção discursiva da professora para o processo de reconstrução de significados fazem emergir alguns questionamentos sobre a vivência de uma abordagem CTS em sua sala de aula:

- ✓ Se, ao longo dos episódios analisados, a construção discursiva da professora não garantiu a terceira etapa do processo de reconstrução de significados para os conceitos científicos trabalhados, como os estudantes poderiam avaliar e tomar decisão sobre questões sociais tomando por base conceitos científicos?
- ✓ O fato de os estudantes não retomarem conceitos científicos trabalhados pela professora em outras situações vivenciadas na sala de aula, como, por exemplo, durante o debate, é evidência da não reconstrução de significados pelos mesmos?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A linguística, de um certo ponto de vista, é ingênua quando sua teoria e seus instrumentos de análise deixam de lado interesses em jogo na significação psicossocial dos atos de linguagem de uma comunidade sociocultural. É na carga semântica das palavras, através dos modos de organização do discurso que as integram, e em situação de troca que se pode recuperar os traços desses jogos de interesse.

Charaudeau, 2005.

Retomamos aqui importantes aspectos que elaboramos ao longo de nossa investigação e que apontam alguns questionamentos sobre a formação e prática docente quando se pretende propiciar a reconstrução de significados para conceitos científicos em sala de aula de Ciências numa abordagem CTS. Embora saibamos que, enquanto estudo de caso, alguns cuidados sobre a generalização desses aspectos precisam ser considerados.

Uma primeira hipótese dessa investigação, assumida com base em estudos anteriores (GARCÍA *et al*., 1996; SANTOS e SCHNETZLER, 1997; SOLOMON, 1998; BAZZO, 1998; MANASSERO *et al*, 2001; OSÓRIO, 2002; SANTOS e MORTIMER, 2002; dentre outros), foi considerar a abordagem CTS um contributo para o ensino de Ciências, e mais particularmente para o ensino de Química. De fato, contextualizar os conceitos científicos através da abordagem CTS propiciou na sala de aula da professora uma aproximação da dimensão científica a outras dimensões que geralmente não são contempladas em perspectivas mais tradições de ensino de Ciências, como, por exemplo, a dimensão tecnológica do funcionamento do motor automotivo de combustão interna, a dimensão econômica e ambiental quanto aos critérios considerados para a escolha de combustíveis e a dimensão social da poluição do ar pela queima de combustíveis fósseis.

Contudo, apesar da inserção da dimensão tecnológica, econômica, ambiental e social na sequência de aulas da professora, não houve uma articulação entre essas diferentes dimensões. Isto é, inter-relações entre elas não foram exploradas. Por exemplo, quando a professora trabalhou os conceitos científicos da Termoquímica (dimensão científica) o fez de forma fragmentada, visto que não retomou em seu discurso outras dimensões características da abordagem CTS tratadas anteriormente, como, por exemplo, questões tecnológicas quando

expôs sobre o funcionamento do motor automotivo e questões sociais quando debateu com os estudantes sobre o texto “Combustíveis e energia”.

Considerando que uma das características da abordagem CTS é a integração entre educação científica, tecnológica e social (GARCÍA *et al*, 1996), a falta de articulação entre essas três dimensões pode ter comprometido interpretações da influência da ciência e da tecnologia sobre a sociedade e o meio ambiente. Por exemplo: debater problemas causados pela poluição do ar decorrente da combustão automotiva sem retomar os conceitos científicos trabalhados em momento anterior, pode ter comprometido o entendimento dos estudantes acerca da dimensão social da ciência e da tecnologia, isto é, acerca das aplicações e implicações do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade.

Por conseguinte, o fato dos estudantes não fazerem o uso dos conceitos científicos quando solicitados a proporem soluções para problemas decorrentes da poluição do ar pelos motores automotivos, pode ter comprometido o processo de alfabetização científica e tecnológica dos mesmos, à medida que consideramos, seguindo Fourez (1994), algumas características desse processo, como, por exemplo, recorrer às informações científicas e tecnológicas diante de situações de tomada de decisão e reconhecer que os conceitos científicos são provisórios e sujeitos às mudanças.

Quanto aos aspectos metodológicos de ensino, algumas atividades vivenciadas na sequência de aulas da professora possibilitaram tanto uma abordagem aos diferentes aspectos envolvidos acerca do tema em estudo, como o engajamento dos estudantes, como, por exemplo, as atividades de debate sobre o texto “Combustíveis e Energia” e sobre a poluição do ar decorrentes da queima de combustíveis automotivos.

Em síntese, considerando a sequência de aulas da professora, ressaltamos que houve uma intencionalidade e um comprometimento, por parte da mesma, de vivenciar uma abordagem CTS em sua sala de aula. A contextualização dos conceitos científicos da Termoquímica através da inserção da dimensão científica, tecnológica e social e as atividades de debate mencionadas acima são evidências dessa intencionalidade.

Todavia, embora a sequência de aulas da professora tenha sido planejada para seguir uma abordagem CTS, a sua prática docente não correspondeu ao planejamento. Percebemos que a construção discursiva da professora dificultou a efetivação da abordagem CTS à medida que não explicitou nem propiciou momentos de reflexão sobre as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Por exemplo: os conceitos científicos foram trabalhados com o fim em si mesmos e os temas tecnológicos e sociais não foram discutidos com a inclusão dos conceitos científicos trabalhados. Essas características da prática docente da professora podem

ser decorrentes de uma visão mais tradicional de ciência, caracterizada por uma neutralidade científica, construída ao longo de sua formação, visto que, ela tem formação inicial em Química Industrial e mestrado em Química, e mais recentemente, em 2010, concluiu o curso de Licenciatura Plena em Química.

Dessa forma, para uma vivência efetiva de uma abordagem CTS em sala de aula de Ciências é necessário explorar as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade visando explicitar como essas dimensões se influenciam mutuamente, possibilitar aos estudantes compreenderem relações mútuas entre CTS visando o entendimento da natureza da ciência e da tecnologia, e vivenciar atividades na sala de aula nas quais os estudantes façam o uso de conhecimentos científicos, tecnológicos, econômicos, ambientais, éticos, políticos e sociais no exercício de tomada de decisão.

Portanto, na vivência de uma abordagem CTS no ensino de Ciências, expectativas em relação ao professor, ao estudante e ao conteúdo são esperadas. O professor precisa construir um discurso que implique, por exemplo, numa visão social da ciência e da tecnologia, na alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, e no debate sobre a neutralidade da ciência e da tecnologia e sobre as mútuas relações CTS, ou seja, acerca das aplicações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade. Nessa perspectiva, os estudantes precisam assumir uma participação ativa, engajando-se nos debates e discussões da sala de aula. E os conteúdos científicos, organizados e abordados a partir de temas sociais, precisam ser concebidos como instrumentos mediadores da formação dos estudantes, e não como conjunto de informações descontextualizadas, isto é, desprovidas de relação com a sociedade.

Nessa direção, indagamos: como os professores podem efetivamente articular conceitos científicos, aspectos tecnológicos e questões sociais quando seguem uma abordagem CTS sem fragmentar essas dimensões, ou seja, sem vivenciá-las em momentos estanques e dissociados?

Outra hipótese adotada, a partir de estudos prévios sobre o tema, foi considerarmos a pertinência do ensino da Termoquímica segundo abordagem CTS, dado que este tipo de abordagem transcende a dimensão científica. Realmente, quando a professora trabalhou a Termoquímica numa abordagem CTS propiciou discussões mais amplas em sua sala de aula. Além dos conceitos científicos de base da Termoquímica trabalhados, a sequência de aulas da professora contemplou a dimensão tecnológica ao explanar sobre o funcionamento de um motor automotivo de combustão interna, a dimensão econômica ao debater com os estudantes os poderes caloríficos dos combustíveis como critérios econômicos para escolha dos mesmos,

e a dimensão ambiental ao levar para sala de aula discussões sobre problemas ambientais decorrentes da queima de combustíveis fósseis, como, por exemplo, a poluição atmosférica nas grandes cidades. Adicionalmente, os estudantes foram levados a propor possíveis soluções para minimizar tais problemas. Em conjunto, os aspectos explorados na sequência de aulas da professora poderão fomentar nos estudantes reflexões sobre questões que fazem parte de seu cotidiano.

Norteadas por tais hipóteses, delineamos o campo em que se inseriu esta investigação: o processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos da Termoquímica na vivência de uma abordagem CTS –, e buscamos contribuições na Teoria da Mediação de Vigotski e a Teoria da Enunciação de Bakhtin para compreendermos este processo.

Dessa busca, concebemos o processo de ensino-aprendizagem como um processo de reconstrução de significados e assumimos como hipótese central desta investigação que a argumentação é uma forma de interação através da linguagem, é um tipo de discurso privilegiado nessa reconstrução.

Nessa perspectiva, considerando que estudos indicam que é raro encontramos discurso argumentativo no ensino de Ciências (DRIVE *et al*., 2000; MORK, 2005; SADLER, 2006), nos propomos a investigar, a partir das interações discursivas que emergiram na sala de aula, discursos de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS visando identificarmos indicadores de possibilidades e limitações da emergência do discurso argumentativo e delimitarmos possíveis implicações para o processo de reconstrução de significados de conceitos científicos e, por conseguinte, para a vivência de uma abordagem CTS.

Para tanto, tomamos por base a Teoria Semiolinguística de Patrick Charaudeau. Nesse sentido, considerando os conceitos de ato de linguagem, contrato de comunicação e modos de organização do discurso, buscamos compreender que elementos determinam esses discursos, ou seja, quais as restrições situacionais? Que estratégias discursivas foram estabelecidas pela professora em função desses elementos? O discurso argumentativo é instaurado? Se sim, de que modo é instaurado? Se não, quais as limitações?

Os resultados de nossas análises mostraram que a construção discursiva da professora emergiu em função das seguintes restrições situacionais: identidades psicossociais institucionalmente legitimadas e reconhecidas para/pela professora e para/pelos estudantes; finalidades comunicativas que convergem para finalidades postas ao professor pelo contrato de comunicação do processo ensino-aprendizagem – fazer saber (informar), fazer crer (estabelecer verdades e provar) e fazer saber-fazer (instruir); propósitos que contemplaram

conceitos da Termoquímica articulados a outros conceitos científicos num sistema de relações; e circunstâncias materiais que configuraram uma situação de comunicação interlocutiva.

Em função das restrições situacionais, a professora recorreu a estratégias discursivas (atitudes enunciativas e atitudes enuncivas). As atitudes enunciativas mais recorrentes da professora foram: criar oportunidades para os estudantes se expressarem seja por enunciações incompletas, seja por interrogações; dirigir-se aos mesmos, explicitamente ou implicitamente, na tentativa de fazê-los sentirem-se co-participantes da aula; interrogá-los frequentemente com uso de interrogações plenas convergentes, interrogações retóricas e interrogações semirretóricas; e apresentar o discurso científico através de asserções.

Um aspecto relevante sobre as atitudes enunciativas da professora refere-se aos tipos de interrogações identificados em sua construção discursiva. Embora tenhamos registrado ao longo dos episódios diferentes formas da professora interrogar os estudantes – interrogações plenas convergentes, interrogações retóricas e interrogações semirretóricas –, que aparentemente dão aos estudantes a possibilidade de se expressarem como querem, elas acabam, por suas características, tendo uma conotação retórica e a mesma finalidade no contexto discursivo: conduzir o discurso para o que a professora almejou ser aprendido pelos estudantes, ao tempo em que seleciona e revisa fatos e/ou conceitos científicos e checa conhecimentos prévios e entendimentos dos estudantes através de perguntas para as quais as respostas já estão previstas.

Também em função das restrições situacionais, a professora recorreu a algumas atitudes enuncivas: nomear conceitos científicos e estabelecer relações de causalidade entre fatos e/ou conceitos científicos. Contudo, a presença da razão demonstrativa via relações de causalidade não foi suficiente para instaurar o discurso argumentativo em sua sala de aula.

O discurso argumentativo não foi estabelecido durante os episódios analisados porque a professora não desencadeou o questionamento das asserções ao tempo que estabelecia as reações de causalidade. Em outras palavras, o discurso argumentativo não foi instaurado porque a professora não colocou as relações de causalidade num quadro de questionamento que gerasse um ato de persuasão, isto é, não problematizou as asserções constitutivas das relações de causalidade.

Seguindo nossas análises, a ausência da problematização decorreu dos tipos de interrogações lançadas pela professora de química quando estabelecia as relações de causalidades. As interrogações plenas convergentes, retóricas e semirretóricas não

propiciaram a inscrição das asserções constitutivas dessas relações em um quadro de questionamento necessário para desencadear a persuasão.

Considerando as restrições situacionais e as atitudes enunciativas e enuncivas da professora, algumas possibilidades e limitações para a instauração de discurso argumentativo foram identificadas.

Dentre as possibilidades, podemos destacar: i) ampliar o âmbito dos conceitos trabalhados articulando-os a outros fatos e/ou conceitos científicos, dado que ativa determinados conhecimentos prévios dos estudantes e aumenta a capacidade dos mesmos de explicar e justificar suas hipóteses; ii) criar oportunidades para os estudantes se expressarem, seja por enunciações incompletas, seja por interrogações; e iii) dirigir-se aos mesmos, explicitamente ou implicitamente, na tentativa de fazê-los sentirem-se co-participantes das interlocuções. Essas atitudes enunciativas poderiam suscitar a emergência e o confronto de diferentes pontos de vistas e, por conseguinte, promover a instauração do discurso argumentativo.

Dentre as limitações, destacamos: i) a assimetria entre professora e estudantes decorrente de suas identidades psicossociais; ii) as interrogações plenas convergentes, à medida que são interrogações direcionadas a um único ponto de vista, a um ponto de vista previsível e que não demandam a exposição de diferentes pontos de vista; iii) as interrogações retóricas e semirretóricas, dado que são tipos de interrogações que não abrem espaço para os estudantes se expressarem; iv) os enunciados assertivos, visto que expressando os fatos e/ou conceitos científicos como verdades ocultam a ideia de discutibilidade em torno dos mesmos; e v) a ausência da atividade de problematização das asserções que implicasse em uma tomada de posição e em um ato de persuasão.

Identificadas possibilidades e limitações da emergência do discurso argumentativo na sala de aula da professora, algumas implicações da construção discursiva da professora para o processo de reconstrução de significados de conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS foram delineadas.

Uma primeira implicação da construção discursiva da professora foi contribuir para a introdução dos significados dos conceitos científicos da Termoquímica em sua sala de aula. As atitudes enuncivas da professora, ou seja, o uso do modo descritivo e do modo argumentativo de organização do discurso, este último através das relações de causalidades, serviu bem para a efetivação da primeira etapa do processo de reconstrução de significados, isto é, para a introdução de significados dos conceitos científicos da Termoquímica pela professora.

Uma segunda implicação da construção discursiva da professora foi possibilitar a transição dos estudantes da primeira etapa do processo de reconstrução de significados para a segunda etapa, aquela em que os novos significados, não mais estranhos aos estudantes, são vistos como metade deles e metade da professora. As atitudes enunciativas da professora de envolver os estudantes nas interlocuções, oferecer oportunidades para eles se expressarem e interrogá-los constantemente pareceram determinantes para a efetivação dessa segunda etapa.

Contudo, os poucos exemplos dessa transição revelaram uma reação ativa dos estudantes numa tendência dogmática que repete, conserva e protege o discurso da professora de suas próprias palavras, e não polifônica. Este fato pode ter relação com o caráter canônico do discurso científico decorrente das asserções pelas quais a professora enunciou os conceitos científicos. Nessa perspectiva, a construção discursiva da professora foi caracterizada por um discurso de autoridade ao longo dos episódios analisados.

Por conseguinte, uma terceira implicação da construção discursiva da professora foi a ausência de discurso internamente persuasivo, dado que discurso argumentativo não foi identificado. O que nos leva ao seguinte questionamento: sendo o discurso científico e o discurso da professora discursos de autoridade legitimados institucionalmente, é possível de fato instaurar o discurso argumentativo nas aulas de Ciências a partir de polêmica, de divergências de pontos de vista acerca dos conceitos científicos, considerando a natureza canônica desses conceitos e a assimetria entre professor e estudantes que decorre principalmente da diferença do domínio de conhecimentos? Ou haveria outra forma de argumentar em sala de aula de Ciências?

Uma quarta implicação da construção discursiva da professora foi dificultar uma reação ativa dos estudantes numa tendência polifônica, à medida que não há possibilidade de compreensão ativa do discurso de autoridade por meio das próprias palavras. Considerando esse fato, o que fazer para que os conceitos científicos trabalhados em sala de aula não se tornem apenas "palavras alheias da professora" ou "palavras próprias alheias" e passem a fazer sentido para os estudantes quando precisarem expressar "palavras próprias"?

Uma quinta implicação da construção discursiva da professora foi o comprometimento da terceira etapa do processo de reconstrução de significados. Nesse sentido, as estratégias discursivas (atitudes enunciativas e enuncivas) não garantiram a etapa do processo de reconstrução de significados pela qual os estudantes tornam-se capazes de aplicar os novos significados a outros fenômenos ou situações. Isso porque as perguntas da professora durante as oportunidades dadas aos estudantes para aplicarem os conceitos científicos em outras situações, como, por exemplo, durante o debate, não solicitaram o uso dos conceitos

científicos pelos mesmos. O que parece reforçar a forma estanque como a articulação entre a dimensão científica, tecnológica e social foi vivenciada pela professora.

Nesse contexto, considerando os resultados à luz dos nossos referencias teóricos, defendemos a tese de que o discurso argumentativo, numa perspectiva dialógica, é pertinente para o processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos enquanto processo de reconstrução de significados, visto que sua ausência pode comprometer uma compreensão ativa polifônica. Entretanto, determinadas restrições situacionais e estratégias discursivas, características de uma situação de comunicação autêntica e corriqueira da sala de aula quando são trabalhados conceitos científicos, como, por exemplo, as identidades psicossociais da professora e dos estudantes, que implicam numa assimetria decorrente da diferença do domínio de conhecimentos, e as interrogações plenas convergentes, retóricas e semirretóricas, dificultam sua instauração em sala de aula de Ciências.

Colocadas algumas considerações decorrentes dos nossos resultados, destacamos as contribuições que alguns pressupostos teóricos e metodológicos da Teoria Semiolinguística de Patrick Charaudeau e da Teoria da Enunciação de Bakhtin promoveram em nossa investigação.

Embora a Teoria Semiolinguística não faça parte dos referenciais teórico-metodológicos das pesquisas em ensino de Ciências, pelo menos daquelas constitutivas de nossa revisão bibliográfica, foi uma teoria pertinente para as questões de pesquisa levantadas nessa investigação. Como nossas questões pressupunham a análise de discursos de professores de química quando trabalham conceitos científicos da Termoquímica numa abordagem CTS, a Teoria Semiolinguística nos ofereceu um instrumento analítico bastante operacional, dado que com base em suas categorias, pudemos mapear os atos de linguagem da professora. Nesse sentido, mapeamos tanto as condições de produção de sua construção discursiva (as restrições situacionais) como seu ato de individuação, ou seja, as estratégias discursivas (as atitudes enunciativas e enuncivas) para as quais ela lançou mão em função das condições de produção.

Portanto, seguindo pressupostos da Semiolinguística, tivemos uma visão ampla e ao mesmo tempo detalhada do que aconteceu na sequência de aulas da professora no duplo espaço de significação: espaço do fazer (externo) e espaço do dizer (interno).

Com base no conceito do modo argumentativo proposto por Charaudeau, pudemos compreender melhor a dupla perspectiva (demonstrativa e persuasiva) e as condições enunciativas (proposta, proposição e persuasão) desse modo de organização discursiva. Em outras palavras, pudemos compreender o mecanismo do modo argumentativo.

Por conseguinte, conseguimos identificar, seguindo pressupostos da Teoria Semiolinguística, algumas possibilidades e limitações para a emergência do discurso argumentativo. Um fato relevante, dado que este é um tipo de discurso privilegiado no processo ensino-aprendizagem de Ciências e na produção de conhecimento científico.

Nesse sentido, esperamos que em um futuro próximo, os pressupostos da Teoria Semiolinguística possam ser apropriados por outros pesquisadores da área na busca de respostas para outras questões sobre o ensino de Ciências.

A Teoria da Enunciação de Bakhtin é bastante referenciada nas pesquisas no ensino de Ciências. Para nossa investigação, alguns de seus pressupostos contribuíram de modo determinante para compreendermos as etapas do processo de reconstrução de significados e para delinearmos implicações da construção discursiva da professora neste processo. O que nos levou às seguintes questões: os professores concebem o processo de ensino-aprendizagem como um processo reconstrutivo de significados como propõe Bakhtin? Eles compreendem que os estudantes se apropriam desses significados a partir de um movimento de compreensão ativa responsiva? A partir de um discurso internamente persuasivo? Se não, o que fazemos quando analisamos uma sala de aula com base em pressupostos teóricos desconhecidos pelos professores?

Tomando por base os resultados dessa investigação, outras questões de pesquisa, além das já mencionadas, podem ser levantadas. Dentre elas, destacamos:

- ✓ Como o professor de Ciências pode minimizar a assimetria característica da sala de aula decorrente das identidades psicossociais do professor e dos estudantes institucionalmente legitimadas? Negando-as? Isso seria possível? Ou representaria uma transgressão ao contrato de comunicação imposto para o contexto escolar?
- ✓ Que outras finalidades didáticas poderiam ser também importantes quando se trabalha conceitos científicos numa abordagem CTS? Um fazer argumentar e um fazer saber-pensar criticamente não seriam finalidades que professores de Ciências poderiam considerar? Quais os saberes e habilidades docentes necessários para efetivar tais finalidades em sala de aula? São eles trabalhados em cursos de formação de professores?
- ✓ Como e quando a aprendizagem sobre as interrogações que propiciam o diálogo, as contrapalavras ou os diferentes pontos de vista em sala de aula é trabalhada nos cursos de formação de professores de Ciências? Quais conhecimentos e habilidades docentes são necessários para a elaboração e inserção desse tipo de interrogação em sala de aula de Ciências?

✓ Considerando que é proposta da abordagem CTS negar um dogmatismo científico, como o professor de Ciências pode promover uma visão de ciência como atividade humana passível de erro? Quais as soluções metodológicas para este fim? Se um dos objetivos dos professores de Ciências é ensinar significados canônicos de conceitos científicos aos estudantes, qual seria então, a fronteira entre fazê-los questionáveis e fazê-los verdadeiros? Enunciar fatos e/ou conceitos científicos de forma assertiva é divergente da proposta CTS?

Norteadas por tais questões, defendemos que com a Teoria Semiolinguística de Patrick Charaudeau e a Teoria da Enunciação de Bakhtin temos elementos para conduzir novas investigações na área de ensino de Ciências. Principalmente, aquelas que lidam com a abordagem CTS, a respeito da construção discursiva de professores de Ciências, e em particular, de professores de Química.

Encontrando as respostas para tais questionamentos, podemos refletir sobre as mesmas nos cursos de formação de professores de Ciências com a expectativa de um ensino de Ciências que efetivamente faça sentido para os nossos estudantes.

> *Evidentemente, as palavras que usamos não estão capturadas do vocabulário:* ***provêm do discurso alheio e não são palavras isoladas****, mas sim peças que formam parte de enunciações completas, (...).* ***Não são palavras neutras****, vazias de valorações,* ***mas já alheias e com uma determinada direção ideológica,*** *ou seja, expressam um projeto concreto, um determinado nexo com a práxis.*
>
> *Ponzio, 2008, p. 101*. (Grifos nossos)

REFERÊNCIAS

ABREU, T. B; FERNANDES, J. P; MARTINS, I. Uma análise qualitativa e quantitativa da produção cientifica sobre CTS (ciência, tecnologia e sociedade) em periódicos da área de ensino de ciências no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009. Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

ACEVEDO DIÁZ, J. A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. **Borrador**, n.13, p. 26-30, 1996.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; MANASSERO, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec. Acesso em: 26 de junho, 2007.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; ACEVEDO-ROMERO; P.; MANASSERO, AM. A. Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. **Revista CTS**, v. 2, n. 6, p. 73-99, 2005.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; MANASSERO, M. A.; ROMERO, P. A. Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 1, p. 1-27, 2002. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec. Acesso em: 26 de junho, 2007.

ACEVEDO, P.; ACEVEDO DÍAZ, J. A. Projectos y materiales curriculares para La educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. **Revista Electronica de La enseñanza de las ciências.** 2002. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec. Acesso em: 26 de maio, 2006.

AIKENHEAD, G. S. Science-technology-society science education development: from curriculum policy to student learning. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE ENSINO DE CIÊNCIAS PARA O SÉCULO XXI: ACT – Alfabetização em ciência e tecnologia, 1., 1990, Brasília. **Atas.**.. Brasília, jun. 1990. Mimeografado.

_____. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J. AIKENHEAD, G.S. **STS education**: internacional perspectives on reform. New York: Teachers College Press, p. 47-59, 1994.

_____. STS Education: A Rose by Any Other Name. Em: R. Cross (Ed.): **A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham**. New York: Routledge Press, 2002. Disponível em: http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.htm. Acesso em: 26 de maio, 2006.

AMARAL, E. M. R. do.; MORTIMER, E. F. Uma metodologia para análise da dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. Em: SANTOS, F. M. T dos.; GRECA, I. (org). **A pesquisa em Ensino de ciências e suas metodologias**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006. 440p. (Coleção educação em ciências).

ALVES, E. M.; MESSEDER, J. C. Elaboração de um vídeo com enfoque ciência-tecnologia-sociedade (CTS) como instrumento facilitador do ensino experimental de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. da S.; MACIEL, M. de L. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2009.

AMORIM, A. C. R. de. O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de biologia, o professor como escritor das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.47-65, 2001.

ANDRADE, E. C. P. de; CARVALHO, L. M. de. O pro - álcool e algumas relações CTS concebidas por alunos de 6ª série do ensino fundamental. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 167-185, 2002.

ATKINSON, P. e HAMMERSLEY, M. **Ethnography: principles and practice**. London: Routledge, 1983.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2006.

AUFSCHNAITER, C. V.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J.; SIMON, S. Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 1, p. 101-131, 2008.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro**. Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. dos S. Abordagem temática: temas em Freire e no enfoque CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

_____. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.1, p.67-84, mar. 2009.

AULER, D.; STRIEDER, R. B.; DELIZOICOV, N. C.; DELIZOICOV, D. Compreensões de alunos da educação básica sobre interações entre CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Anais**... Bauru, 2005.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, 2006.

BAQUERO, R. **Vygotsky e a aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem.** 12 ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

_____. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

_____. Questões de literatura e de estética: a teoria do romance. São Paulo: Editora da UNESP, HUCITEC, 1998.

_____. **The dialogic imagination**. Transl. Michael Holquist, Ed. And Caryl Emerson and Michael Holquist. Austin: University of Texas Press, 1981.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

BARTHES, R. **Elements of semiology**. London: Jonathan Cape, 1967.

BECK, T.; SOUZA, L.; FERNANDES, S.; FLOR, C. Organização e aplicação de um caso simulado CTS em aulas de química no ensino médio. **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra, VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1311-1319, 2009. Disponível em: http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1311-1319.pdf.

BENVENISTE, E. **Problemas de lingüística geral II**. Campinas: Pontes, 1989.

BIOSOTO, J. E.; CARVALHO, A. M. P. C. Análise de uma atividade experimental que desenvolva a argumentação dos alunos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W. L. P. Temas sócio-científicos: análise dos processos argumentativos num contexto escolar. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

BOZZO, M.; MOTOKANE, M. Investigação acerca dos focos de interesse da pesquisa sobre argumentação no ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciencias, Barcelona, p. 2475-2479, 2009. Disponível em: http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2475-2479.pdf

BRASIL Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRITO, J. Q. A., SÁ, L. P., Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v.9, p. 505-529, 2010. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec. Acesso em: 20 de novembro, 2008.

BUSTAMANTE, J. A integração da ciência, tecnologia e sociedade: o grande desafio da educação no século XXI. **Revista Educação Brasileira**, v. 19, n. 39, p. 11-20, 1997.

BYBEE, R. W. **Achieving scientific literacy**: from purposes to practices. Portsmouth, NH: Heinemann, 1997.

BOLZAN, D. **Formação de professores**: compartilhando e reconstruindo conhecimentos. Porto Alegre: Mediação, 2002.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PÉREZ,D.; CARRASCOSA, J.; MARTÍNEZ-TERRADES, F. A emergência da didáctica das ciencias como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação,** v. 14, n. 1, p. 155-195, 2001.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. de; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A.; PAIXÃO F.; BERNARDINO LOPES J.; GUERRA C. Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de Pesquisa e o Caso "Ciencia-Tecnologia-Sociedade". **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 27- 49, mar. 2008.

CAMPANER, G.; DE LONGHI, A. L. La argumentación en Educación Ambiental. Uma estrategia didáctica para la escuela media. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 442-456, 2007. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/art12_vol6_n2.pdf

CAPECCHI, M. C. V. de M.; CARVALHO, A. M. P. de. Argumentação numa aula de física. Em: CARVALHO, CAPECCHI, M. C. V. de M.; CARVALHO, A. M. P. de. (org.). **Ensino de ciências**: unindo pesquisa e prática. São Paulo: Ed. Thomson, 2004.

CAPECCHI, M. C. V. de M.; CARVALHO, A. M. P. de.; SILVA, D. de. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, 2002.

CARLETTO, M. R.; PINHEIRO, N. A. M. Subsídios para uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p.507-525, 2010.

_____. Enfoque CTS: repercussões de uma prática pedagógica transformadora. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Anais**... Bauru, 2005.

CARMONA, A. Relaciones CTS en el estudio de la contaminación atmosférica: una experiencia con studiantes de secundaria. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, 2005. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N2.pdf

CARNEIRO, A. D. (Org.) **O Discurso da Mídia.** Rio de Janeiro: Oficina do autor, 1996.

CARVALHO, A. M. P. de. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T dos.; GRECA, I. (org). **A pesquisa em Ensino de ciências e suas metodologias**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006. 440p. (Coleção educação em ciências).

_____. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. **Revista Contexto e Educação**, n. 77, p. 25-49, 2007.

CASTANHEIRA, M. L. **Aprendizagem contextualizada**: discurso e inclusão em sala de aula. Belo Horizonte: Ceale; Autêntica, 2004. 192 p. (Coleção Linguagens e Educação)

CAVALCANTI, L. de S. Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de geografia. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 25, n. 66, p. 185-207, maio/ago. 2005. Disponível em http://www.cedes.unicamp.br. Acesso em: 20 de mai 2009.

CHAGAS, A. P. **Termodinâmica química**. São Paulo: Editora Unicamp, 1999.

CHAGAS, A. P.; AIROLDI, C. Lavoisier, Hess e os primórdios da termoquímica. **Revista Química Nova**, v. 04, n. 03, 1981, p. 95-96.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHARAUDEAU, P.; MAINGUENEAU, D. **Dicionário de análise do discurso**. 2ª ed. São Paulo: Contexto, 2008.

CHARAUDEAU, P. **Linguagem e discurso**: modos de organização. São Paulo: Contexto, 2008a.

_____. Uma teoria dos sujeitos da linguagem. Em: LARA, G. M. P.; MACHADO, I. L.; EMEDIATO, W. (orgs). **Análise do discurso hoje**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008b.

_____. Um modelo sócio-comunicacional do discurso: entre situação de comunicação e estratégias de individualização. In: STAFUZZA, G.; PAULA, L. de (org.). **Da análise do discurso no Brasil à análise do discurso do Brasil**. Uberlândia: Edufu, 2010.

_____. **Discurso das Mídias**. São Paulo: Contexto, 2009.

_____. Uma análise semiolinguística do texto e do discurso. In: PAULIUKONIS, M. A. L.; GAVAZZI, I. (org). **Da língua ao discurso**: reflexões para o ensino. Rio de Janeiro: Lucerna, 2005.

_____. Visadas discursivas, gêneros situacionais e construção textual. In: MACHADO, M. L.; MELLO, R. de. **Gêneros**: reflexões em Análise do Discurso. Belo Horizonte: Núcleo de Análise do Discurso, Programa de Pós-Graduação em Estudos Linguísticos, Faculdade de Letras da UFMG, 2004.

_____. De la competencia social de comunicación a las competencias discursivas. Em: **Revista interamericana de estudios del discurso – ALED**, Venezuela: Editorial Latina, volume I, número 1, p. 7-22, 2001.

_____. L'argumentation en question. **Argument er**: enjeux et pratiques. Paris: Association Française de Ensegnants de Français, n. 123, p. 6-15, 1998.

_____. Para uma Nova Análise do Discurso. Em: CARNEIRO, A.D. (Org.) **O Discurso da Mídia.** Rio de Janeiro: Oficina do autor, 1996.

_____. Grammaire du sens et de l'expression. Paris: Hachette, 1992.

_____. Le contrat de comunicacation dans la situation de classe. Em: **Inter-actions**. L'interaction, actualités de la recherche et enjeux didactiques. Metz. Univ. De Metz. p.121-137. 1993.

_____. **Langage et discours**: élémentes de sémiolinguistique (théorie et pratique). Paris: Hachette, 1983.

CHARRET, H. C.; CONCEIÇÃO, W. M. N. A sala de aula, uma arena argumentativa: o debate entre alunos como veículo da construção coletiva de conhecimentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

CHEEK, D. W. **Thinking constructively about science, technology, and society education**. Albany, NY: State University of New York Press, 1992.

CHIARO, S. de; LEITÃO, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. **Psicologia**: reflexão e crítica, v. 18, n. 3, p. 350-357, 2005. Disponível em: www.scielo.br/pdf/prc/v18n3/a09v18n3.pdf. Acesso em: 25 de jul. 2007.

CHRISPINO, A.; CHAVES, A. L. R. Uma experiência de CTS em sala de aula: a internacionalização da Amazônia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

COUTINHO, M. T. da C. Educação à distância e mediação semiótica: uma relação necessária. In: OLIVEIRA, L. C. V. de; ARBEX, M. M. V. **Primeiro Colóquio de Semiótica Faculdade de Letras da UFMG:** textos escolhidos. Belo Horizonte: Faculdade de Letras da UFMG, 2002.

CUNHA, A. M.; SILVA, D. da. Construção e validação de um questionário de atitudes frente as relações CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

DEBOER, G. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002. (Coleção em formação/coordenação Antônio Joaquim Severino, Selma Garrido Pimenta).

DELL ASEM, E. C. A.; TRIVELATO, S. L. F. Argumentação científica em um filme infanto-juvenil e na escrita dos alunos: uma relação possível? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Handbook of qualitative research**. Londres: Sage, 1994.

_____. **O planejamento da pesquisa qualitativa**: teorias e abordagens. Porto Alegre: ArtMed, 2006.

DUSCHL, R.; OSBORNE, J. Supporting and promoting argumentation in science education. **Studies in Science Education**, v. 38, n. 1, p. 39-72, 2002.

DUARTE, R. Pesquisa Qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Cadernos de Pesquisa**, n. 115, p. 139-154, 2002.

DRIVER, R.; NEWTON, P. Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. **Paper prepared for presentation at the ESERA Conference**, 2- 6 September, 1997, Rome.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, p. 287-312, 2000.

EDWARDS, D.; MERCER, N. M. **Common Knowledge**: The development of understanding in the classroom. Methuen, London, 1987.

EMEDIATO, W. Organização enunciativa e modalização do discurso didático. In: LARA, G. M. P. **Língua (gem), texto, discurso**: entre a reflexão e a prática. Rio de Janeiro: Lucerna; Belo Horizonte: FALE/UFMG, 2006.

ERDURAN, S.; AR DAC, D.; YAKMACI-GUZEL, B. Learning to teach argumentation: case studies of pre-service secondary science teachers. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 2, n. 2, Jul, 2006.

FAGUNDES, S. M. K.; PICCINI, I. P.; TERRAZZAN, E. A. Produções em educação em ciências sob a perspectiva CTS/CTSA. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

FARACO, C. A. **Linguagem & diálogo**: as idéias linguísticas do círculo de Bakhtin. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

FARIAS, C. R. de O.; FREITAS, D. de. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, novembro de 2007.

FÁVERO, L. L. A entrevista na fala e na escrita. In: PRETI, D. (Org.). **Fala e escrita em questão**. São Paulo: Humanitas/USP, 2000.

FÁVERO, L. L.; KOCH, I. G. V. **Lingüística textual**: introdução. São Paulo: Cortez Editora, 1988.

FELTRE, R. **Fundamentos da Química**. São Paulo: Moderna, 2001.

FENSHAM, P. J. Time to change drivers for scientific literacy. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, Toronto, v. 2, n. 1, p. 9-24, 2002.

FERNANDES, C. dos S.; MARQUES, C. A. Ciência, tecnologia e sociedade e a perspectiva freireana de educação: possíveis convergências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

FERNANDES, P. M. de A. C. **Argumentação na sala de aula: construção de conhecimento numa aula de ciências**. Recife. Dissertação (Mestrado em Psicologia Cognitiva). Programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva – Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

FIORIN, J. L **Introdução ao pensamento de Bakhtin**. São Paulo: Ática, 2006. 144p.

FIRME, R. N. **A implementação de uma abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no ensino da química**: um olhar sobre a prática pedagógica. Recife. 204p. Dissertação (Mestrado em Ensino de ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

FIRME, R. do N.; AMARAL, E. M. R. do. Concepções de profesores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas interrelações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação,** v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.

_____. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

FIRME, R. N.; TEIXEIRA, F. M. O discurso argumentativo de uma professora de química na vivência de uma abordagem CTS em sua sala de aula. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

FLOR, C. C. Possibilidades de um caso simulado CTS na discussão da poluição ambiental. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

FLORES, V. do N.; TEIXEIRA, M. **Introdução à linguística da enunciação**. São Paulo: Contexto, 2005.

FLORES, V. do N.; BARBISAN, L. B.; FINATTO, M. J. B.; TEIXEIRA, M. **Dicionário de linguística da enunciação**. São Paulo: Contexto, 2009.

FONSECA, M. R. M. da. **Química**: meio ambiente, cidadania, tecnologia. São Paulo: FTD, 2010.

_____. **Completamente química**: físico-química. São Paulo: FTD, 2001.

FONTANA, R. A. C. A elaboração conceitual: a dinâmica das interlocuções na sala de aula. In: SMOLKA, A. L. B.; GÓES, M. C. R. de. (orgs). **A linguagem e o outro no espaço escolar**: Vygotsky e a construção do conhecimento. 10ª edição. Campinas, SP: Papirus, 2005.

FONTES, A.; CARDOSO, A. Formação de professores de acordo com a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 1, 2006. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART2_Vol5_N1.pdf

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, nº 2, p. 109-123, 2003.

_____. Alfabetización cientifica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciências**.** 1ª ed. Ediciones Colihue, 1994.

_____. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

FREITAS, M. T. A. **Vygotsky e Bakhtin - Psicologia e educação**: um intertexto. São Paulo: Ática, 2002.

FREITAS, R. O.; BRAGA, M. A. B. Qual deveria ser o principal combustível do Brasil nas próximas décadas? Uma proposta para introduzir uma controvérsia CTS em sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

GARCIA, M. I. G.; LÓPEZ, J. A. C.; LÚJAN, J. L. L. **Ciencia, tecnología y sociedade**: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnologia. Madrid: Tecnos, 1996.

GARCIA-MILA, M.; ANDERSEN, C. Cognitive foundations of learning argumentation. In: ERDURAN, S.; JIMENEZ ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in Science Education** (editors). New York: Springer, 2007.

GIDDENS, A. **Sociologia**. 4 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A. Contribuição da Educação secundária à formação de cidadãs e cidadãos para uma sociedade sustentável. In: MACEDO, B (org). **Cultura científica**: um direito de todos. Brasília: UNESCO Brasil, OREALC, MEC, MCT, 2003.

GOLDFELD, M. **A criança surda**: linguagem e cognição numa perspectiva sociointeracionista. 3ª ed. São Paulo: Plexus Editora, 2002.

GOULART, P. R. A.; SANTOS, F. M. T. Eletrônica e cidadania em uma abordagem CTS para o ensino médio: análise dos resultados do instrumento de pesquisa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

GOUVEA, G.; LEAL, M. C. Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.67-84, 2001.

HUNSCHE, S.; DALMOLIN, A. M. T.; ROSO, C. C.; SANTOS, R. A. dos.; AULER, D. O enfoque CTS no contexto brasileiro: caracterização segundo periódicos da área de educação em ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in Science Education: an overview. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in Science Education**: Perspectives from Classroom-Based Research. Berlin: Springer, 2007.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencia**s, v. 2, n. 3, p. 359-370, 2003.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; PEREIRO MUÑOZ, C. knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. **International Journal of Science Education**, v. 24, p. 1171-1190, 2002.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P; REIGOSA CASTRO, C.; ÁLVAREZ PÉREZ, V. Argumentación en el Laboratorio de Física. Trabalho apresentado no VI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 26 a 30 de outubro, Florianópolis, 1998.

JORGE, A. S.; PUIG, N S. Enseñar a argumentar cientificamente: um reto de las classes de ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, v. 18, n. 3, p. 405-422, 2000.

KEMP, A. C. Implications of diverse meanings for scientific literacy. Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Charlotte, NC. In: RUBBA, P.A.; RYE, J.A.; DI BIASE, W.J.; CRAWFORD, B.A. (Eds.): **Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science**, p. 1202-1229. Pensacola, FL: AETS. Disponível em http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/s3_kemp.rtf.

KNELLER, G. F. **A ciência como atividade humana**. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

KOCH, I. G. V. **A argumentação e linguagem.** 10 ed. São Paulo: Cortez, 2006.

KOEPSEL, R. **CTS no ensino médio**: aproximando a escola da sociedade. Florianópolis, Santa Catarina, 2003. 131p. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v.80, n.6, p. 673-89, 1996.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **Laboratory life**: the construction of scientific facts. Princeton: Princeton University Press, 1986.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p.71-94, 2000.

LAYTON, D. STS in the school curriculum: A movement overtaken by history? Em: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G.S. (Eds.). **STS Education: International Perspectives on Reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

LEITÃO, S. The potential of argument in knowledge building. **Human Development**, California, USA, v. 43, n. 6, p. 332-360, 2000.

_____. Processos de construção de conhecimento: argumentação em foco. **Revista Proposições**, v. 18, n. 3, 2007.

LIAKOPOULOS, M. Análise argumentativa. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som:** um manual prático.3 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

LISARDO-DIAS, D. Argumentação em sala de aula: uma abordagem discursiva. In: MACHADO, I. L.; MARI, H.; MELLO, R. (orgs.). **Ensaios em análise do discurso**. Belo Horizonte: Núcleo de Análise do Discurso, Programa de Pós-Graduação em Estudos Linguísticos, Faculdades de Letras da UFMG, 2002.

_____. O saber-fazer comunicativo. Em: MACHADO, I. L.; CRUZ, A. R.; LISARDO-DIAS, D. **Teorias e práticas discursivas**: estudos em análise do discurso. Belo Horizonte: UFMG/FALE/Núcleo de Análise do discurso: Carol Borges, 1998.

MACEDO, B; KATZKOWICK, R. Educação científica: sim, mas qual e como? In: MACEDO, B. (org). **Cultura científica**: um direto de todos. Brasília: UNESCO Brasil, OREALC, MEC, MCT, p.65-84, 2003.

MACHADO, **Aula de química**: discurso e conhecimento. Ijuí: Ed. INIJUÍ, 1999. 200p. (Coleção educação em química).

MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F. **Química para o ensino médio**. Editora Scipione, 2007.

MACHADO, I. L. As palavras de uma Análise do Discurso. In: LARA, G. M. P; MACHADO, I. L.; EMEDIATO, W. (Org.). **Análises do discurso hoje**, v. 2. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008.

MACIEL, M. D.; BISPO, D. de O.; COLUSSI, F. E.; RIBEIRO, J. C. Atitudes CTS de estudantes e professores diagnosticadas na ação brasileira do proyecto Iberoamericanos de evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad (PIEARCTS). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

MAGALHÃES, S. I. R.; TENREIRO-VIEIRA, C. Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico: Um programa de formação de professores. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 19, n. 2, p. 85-110, 2006.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química**: professor/pesquisadores. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000. 424 p. (Coleção educação em química).

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. ACEVEDO DÍAZ, J. A. **Avaluació dels Temes de Ciència, Tecnologia i Societat**. Illes Balears: Govern e Conselleria d`Educació i Cultura. 2001.

MANZANO, M. E.; FAHT, E. C. A inquirição como instrumento para promover o raciocínio e argumentação em sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

MARCO, B. La alfabetización científica en la frontera del 2000. **Kikirikí**, 44/45, p. 35-42, 1997.

MARTELOTTA, M. E. T. Uso do marcador discursivo tá? **Veredas**, v.1, n.1, p. 89-106, 1997.

MARTINS, I. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n.1, p. 28-39, 2002. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero1/Art2.pdf

MARTINS, I. P. Formação inicial de professores de física e química sobre tecnologia e suas relações sócio-científicas. **Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 3, 2003. Disponível em: <http: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/numero3/-art6.pdf> Acesso em: 26 maio 2006.

MARTINS, I. Dados como diálogo – construindo dados a partir de registros de observação de interações discursivas em salas de aula de ciências. In: SANTOS, F. M. T dos.; GRECA, I. (org). **A pesquisa em Ensino de ciências e suas metodologias**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006. 440p. (Coleção educação em ciências).

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. de F. Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciencia. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

MEGID NETO, J. Três décadas de pesquisas em Educação em Ciências: tendências de teses e dissertações (1972-2003). In: NARDI, R. (org). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

MENDES, S. de P. dos S. **Arena argumentativa: estratégias discursivas na construção do objeto "transgênicos"**. Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Letras) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas – parte I – fundamentos teóricos. MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas – parte I – fundamentos teóricos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas – parte I – fundamentos teóricos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

MENEZES, W. A. Faces e usos da argumentação. In: MARI, H.; MACHADO, I. L; MELLO, R. de (orgs.). **Análise do discurso: fundamentos e práticas**. Belo Horizonte: Núcleo de Análise do Discurso, FALE/UFMG, 2001.

MERCER, N. As perspectivas socioculturais e o estudo do discurso em sala de aula. In: COLL, C.; EDWARDS, D. **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de** aula: aproximações ao estudo do discurso educacional. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MEZALIRA, S. M.; PANSERA-DE-ARAÚJO. M. C.. A genética como foco de análise quanto ás possíveis relações CTS: reflexos sobre a formação de professores no ensino superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

MIRANDA, E. M.; FREITAS, D. de. A compreensão dos professores sobre as interações CTS evidenciadas pelo questionário VOSTS e entrevista. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.3, p.79-99, 2008.

_____. Concepções de professores de ciências sobre interações CTS: o que nos revelou o questionário e a entrevista. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. do C. Aprender química: promovendo excursões em discursos da química. Em: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MORATO, E. **Linguagem e cognição**: as reflexões de L. S. Vygotsky sobre a ação reguladora da linguagem. São Paulo: Plexus, 1996.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORK, S. M. Argumentation in science lessons: focusing on the teacher role. **Nordic Studies in Science Education**, v.1, n. 1, p. 16-29, 2005.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

_____. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da natureza. In: SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. (organizadores). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2010.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica**. Revista Química Nova na Escola**, n. 7, p. 30-34, maio, 1998.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química, 2**: ensino médio. São Paulo: Scipione, 2010.

MUENCHEN, C.; AULER, D. Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 421-434, 2007.

MUENCHEN, C.; GRIEBELER, A.; SANTINI, E. L.; FORGIARINI, M. S.; STRIEDER, R. B.; HUNSCHE, S.; GEHLEN, S. T.; AULER, D. Enfoque CTS: configurações curriculares

sensíveis à temas contemporâneos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Anais**... Bauru, 2005.

MUNFORD, D.; LOPES, M. G.; TAVARES, F. P.;VIEIRA, R. D. Práticas discursivas e o ensino-aprendizagem do professor de Ciências: tecendo relações entre argumentação e objetivos pedagógicos na formação inicial. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Anais**... Bauru, 2005.

MURILLO, J. I. Nuevos contenidos educativos sobre el água y los rios desde uma perspectiva CTS. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 714-728, 2007. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART13_Vol6_N3.pdf

NASCIMENTO, S. S. do.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,** v. 8, n. 2, 2008.

NASCIMENTO, S. S. do.; PLANTIN, C.; VIEIRA, R. D. A validação de argumentos em sala de aula: um exemplo a partir da formação inicial de professores de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p. 169-185, 2008.

NAVAS, A. M.; CONTIER, D. MARANDINO, M. Controvérsia científica, comunicação pública da ciência e museus no bojo do movimento CTS. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

NEWTON, P.; DRIVER, R.; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 5, p. 553-576, 1999.

NOGUEIRA, A. L. H. Eu leio, ele lê, nós lemos: processos de negociação na construção da a leitura. In: SMOLKA, A. L. B.; GÓES, M. C. R. de. **A linguagem e o outro no espaço** escolar: Vygotsky e a construção do conhecimento. 10 ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 2005.

NOGUEIRA, C. M. M. Considerações sobre o modelo de análise do discurso de Patrick Charaudeau. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 65-75, 2004.

NUÑEZ, I. B., PACHECO, O. G. **La formación de conceptos científicos**: una perspectiva desde la teoría de la actividad. EDUFRN. VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS (ISSN 0212-4521), 1997.

OLIVEIRA, M. M. de. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. Recife: Edições Bagaço, 2003.

OLIVEIRA, P. S. **Introdução à sociologia**. São Paulo: Editora Ática, 1996.

OLIVEIRA, J. R. S.; BATISTA, A. A.; QUEIROZ, S. L. Modelo de argumentação como ferramenta para análise da qualidade da escrita científica de alunos de graduação em Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

OLIVEIRA, I. M. de. Autoconceito, preconceito: a criança no contexto escolar. In: SMOLKA, A. L. B.; GÓES, M. C. R. de. **A linguagem e o outro no espaço escolar**: Vygotsky e a construção do conhecimento. 10 ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 2005.

OSBORNE, J. Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7 n. 1, p. 2007.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; MONK, M. Enhancing the quality of argument in school science. **School Science Review**, v. 82, n. 300, 2001.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v.41 n.10, p. 994-1020, 2004.

OSÓRIO, C. M. **La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad: aproximaciones y experiencias para la educación secundaria**, 2002. Disponível em: http://www.campus-oei.org/revista/rie28a02.htm. Acesso em: 20 abril 2009.

PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C.; GEHLEN, S. T.; MEZALIRA, S. M.; SCHEID, N. M. J. Enfoque CTS na pesquisa em Educação em Ciências: extensão e disseminação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 3, 2009.

PAULIUKONIS, M. A. L.; MONERRAT, R. S. M. Operações discursivas na enunciação. In: LARA, G. M. P.; MACHADO, I. L.; EMEDIATO, W. **Análises do discurso** hoje. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008.

PEREIRA, C. da C.; RIGONI, M. C.; PINILLA, M. da A. M. de; INDIANI, M. T. Gêneros textuais e modos de organização do discurso: uma proposta para o ensino de leitura. In: PAULIUKONIS, M. A.; SANTOS, L. W dos. **Estratégias de leitura**: texto e ensino. Editora Lucerna, 2006.

PEREIRA, A. **Comunicação e ensino das ciências**: Contributo para o estudo da pergunta no discurso da aula de ciências do ensino básico. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa, 1991.

PEREIRA, R. G.; TRIVELATO, S. L. F. Uma análise sobre as características de argumentos de alunos do Ensino Médio sobre temática sóciocientífica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

PERELMAN, C.; OLBRCHTS-TYTECA, L. **Tratado da argumentação**: a nova retórica. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

PÉREZ, L. F. M.; PEÑAL, D. C.; VILLAMIL, Y. M. Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a partir de casos simulados: una experiencia en la enseñanza de la química. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

PEREZ, D. M.; REBECHI, D.; AZEVEDO, K. L.; SCHREINER, P. G.; MATTIA, R. C.; SLOWIK, R.; OLIVEIRA, O. B. de. Temas polêmicos e a argumentação de estudantes do

curso de ciências biológicas. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.13, n.02, p. 135-150, 2011.

PIERSON, A. H. C.; KASSEBOEHMER, A. C.; DINIZ, A. A.; FREITAS, D. de. Abordagem CTS na perspectiva de licenciados em química. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

PINHEIRO, T. C.; WESTPHAL, M.; PINHEIRO, T. de F. Abordagem CTS e os PCN em: uma nova proposta metodológica ou uma nova visão de mundo? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Anais**... Bauru, 2005.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico:** a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. 2005. 305f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

PINHEIRO, N. A. M. e SILVEIRA, R. M. C. F. e BAZZO, W.A; Ciencia, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PLANTIN, C. **A argumentação**: história, teorias, perspectivas. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

PONZIO, A. **A revolução bakhtiniana**: o pensamento de Bakhtin e a ideologia contemporânea. São Paulo: Contexto, 2008.

PRESTES, R. F.; MARQUES DA SILVA, A. M. Artigos de Divulgação Científica para o Estudo de Problemas Energéticos com Enfoque CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007. Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

QUSE, L., DE LONGHI, A.¿Qué dicen los docentes de Biología del nivel medio sobre la educación CTS? Diagnóstico en Córdoba, Argentina, **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,** v. 4, n. 2, 2005. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART7_Vol4_N2.pdf

RAMOS, M. G. Educar pela pesquisa é educar para a argumentação. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. do R. (org). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica**: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação. São Paulo: Edições Loyola, 20002.

REBELO, I. S.; MARTINS, I.; PEDROSA, M. A. Formação contínua de professores para uma orientação CTS do ensino de química: um estudo de caso. **Revista Química Nova na Escola**, n. 27, 2008.

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 8 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1999.

RIBEIRO, R. M. **A construção da argumentação oral no contexto de ensino**. São Paulo: Cortez, 2009.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROSENTHAL, D.B. Two approaches to Science-Technology-Society (S-T-S) Education. **Science Education**, v. 73, n. 5, p. 581-589, 1989.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2035-2042, 2007a.

_____. Argumentação no ensino superior de química: reflexões a partir das interações estabelecidas em sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007b.

_____. Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.13, n.02, p.13-30, 2011.

SÁ, L. P.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Os professores de Ciências devem ensinar os alunos a argumentar? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

SADLER, T. D. Promoting discourse and argumentation in science teacher education. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, p. 323-346, 2006.

SANTOS, S. E. La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 3, p. 399-415, 2003. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero3/Art11.pdf

SANTOS, W. L. P. dos. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. **Revista Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 611-620, 2006.

_____. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 140-152, 2001.

_____. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em educação em ciência**. Belo Horizonte, v. 2 n. 2, p. 1-22, dez, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. de S. (orgs.). **Química e Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

_____. **Química e Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2006.

_____. **Química e Sociedade**: manual do professor. São Paulo: Nova Geração, 2006.

SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S.; SILVA, R. R. da; MATSUNGA, R. T.; DIB, S. M. F.; CASTRO, E. N. F. de; SILVA, G. de S.; SANTOS, S. M. de O.; FARIAS, S. B. Química e Sociedade: ensinando química pela construção contextualizada dos conceitos químicos. In: ZANON, L. B; MALDANER, O. A. **Fundamentos e proposta de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

SANTOS, W. L. P. dos; GALIAZZI, M. do C.; JÚNIOR, E. M. P; SOUZA, M. L. de; PORTUGAL, S. O Enfoque CTS E A Educação Ambiental: possibilidades de "ambientalização" da sala de aula de Ciências. In: SANTOS, W. L. P. dos; MARDANER, O. A. (Orgs). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação Química:** compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 1997. (Coleção Educação).

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de ciências. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 243-262, 2011a.

_____. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011b.

SAUSSURE, F. de. **Curso de lingüística geral**. 16ª ed. Tradução de Antônio Chelini, José Paulo Paes e Izidoro Blikstein. São Paulo: Cultrix, 1991.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n. 1, maio, 1995.

SEPÚLVEDA, C.; EL HANI, C. Apropriação do discurso científico por alunos protestantes de biologia: uma análise à luz da teoria da linguagem de Bakhtin. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 29-51, 2006.

SHAKESPEARE, D. Starting an argument in science lessons. **School Science Review**, v. 85, n. 311, p. 103-108, 2003.

SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1995.

SILVA, A. C. T.; MORTIMER, E. F. Aspectos Epistêmicos das Estratégias Enunciativas em uma Sala de Aula de Química. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 104-112, 2009.

SILVA, E. R. da.; NÓBREGA, O. S.; SILVA, R. H. da. **Química**: transformações e energia. São Paulo: Editora Ática, 2001.

SILVA, R. P. O.; CHERNICHARO, P. S. L.;TONIDANDEL, S. M. R.; TRIVELATO, S. L. F. Análise da argumentação em uma atividade investigativa de Biologia no Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M de. Professores de física em formação inicial: o ensino de física, a abordagem CTS e os temas controversos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p.135-148, 2009.

SILVA, R. M. G. da. Ensino de ciências e cidadania. In: SCHNETZLER, R. P. (org.). **Ensino de ciências:** fundamentos e abordagens. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora Ltda., 2000, p. 154-182.

SILVA, M. A. E. da; PITOMBO, L. R. de M. Como os alunos entendem queima e combustão: contribuições a partir das representações sociais. **Revista Química Nova na Escola**, n. 23, p. 23-26, maio, 2006.

SIMON, S.; MALONEY, J. Activities for promoting small-group discussion and argumentation. **School Science Review**, v. 88, n. 324, p. 49-57, 2007.

SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

SOBRAL, A. C. M. Z.; RODRIGUES, G. M.; MELO, S.; FRANÇA, S. B. de. Análise do reflexo do movimento CTS sobre o discurso docente no contexto de sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

SOLBES, J.; VILCHES, A. Visiones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.1, n. 2, p. 80-91, 2002. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero2/Art3.pdf

SOLOMON, J. Science technology and society courses: Tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p.379-387, 1988.

SOUSA, R. G. de; ALENCAR, J. R. da S. Avaliando uma Proposta de Ensino Através de Temas Sociais e Prática CTS: o motor à combustão. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

SOUSA, R. G. DE.; BRITO, L. P. de. Desafios de uma prática CTS construída a partir de uma ilha de racionalidade sobre reciclagem do lixo urbano. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

SOUZA, W. E. de. Os gêneros discursivos como tipos situacionais. In: MARI, H.; MACHADO, I. L.; MELLO, R. de. **Análise do discurso em perspectivas**. Belo Horizonte: Núcleo de análise do discurso. Programa de Pós-Graduação em estudos linguísticos. Faculdade de Letras da UFMG, 2003.

STRIEDER, R.; KAWAMURA, M. Preocupações e perspectivas da abordagem CTS: o caso das pesquisas publicadas na REEC. **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciencias, Barcelona, p. 2559-2562, 2009a. http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2559-2562.pdf

STRIEDER, R.; KAWAMURA, M. R. Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009b.

SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. A argumentação em uma atividade experimental investigativa no Ensino Médio de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

TAVARES, M. L.; MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. Argumentação em salas de aula de Biologia sobre a teoria sintética da evolução. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-social e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p.177-190, 2003.

TEIXEIRA, F. M. T. Fazeres pedagógicos e pesquisa sobre argumentação no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

_____. Argumentação nas Aulas de Ciências para as Séries Iniciais. Em: NASCIMENTO, S. S do.; PLATIN, C. **Argumentação e Ensino de Ciências**, cap. 3, p. 57-77. Curitiba: Editora CRV. 2009.

_____. Atividades promotoras de argumentação nas séries iniciais: o que fazem os professores? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2005, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2005.

TEIXEIRA, E. S.; NETO, C. P. da S.; FREIRE JÚNIOR, E.; GRECA, I. M. A construção de uma argumentação sobre a síntese newtoniana a partir de atividades em grupos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p.61-95, 2010.

TEIXEIRA, E. S.; SILVA NETO, C. P.; FREIRE JÚNIOR, O. Argumentação e abordagem contextual: ensinando a síntese newtoniana. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

TENREIRO-VIEIRA C.; VIEIRA, R. M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciência do ensino básico. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 191-211, 2005.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VALLE, M. G.; MOTOKANE, M. T. A argumentação na produção escrita de professores de Ciências e o ensino da Genética. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2009.

VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R.; HENKEMANS, F. S. **Fundamentals of argumentation theory: a handbook of historical backgrounds and contemporary development**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

VELLOSO, A. M. de S.; SÁ, L. P.; MOTHEO, A. de J.; QUEIROZ, S. L. Argumentos elaborados sobre o tema "corrosão" por estudantes de um curso superior de Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, 2009. Disponível em: www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen8/art12_vol8_n2.pdf

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v.1, número especial, 2007.

VIEIRA, R. M.; MARTINS, I. Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade. **Revista CTS**, v. 2, n. 6, p. 101-121, 2005.

VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. Procedimentos discursivos didáticos de um formador em situações argumentativas na formação inicial de professores de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1999a.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999b.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. do. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 3, dez, IFURGS, Porto Alegre, 2003. Disponível em: www.if.ufgrs.br/public/ensino/vol8/n3/v8/_n3_al.html. Acesso em: 20 set 2007.

_____. Uma visão integrada dos procedimentos discursivos didáticos de um formador em situações argumentativas de sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 443-457, 2009.

VON LINSINGEN, I. O enfoque CTS e a educação tecnológica: origens, razões e convergências curriculares. XI Congreso Chileo de Ingeniería Mecânica - Antofagasta. **Anais do COCIM**, v. 1, p. 1-11, 2004.
Disponível em <http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/Texto/CTS%20e%20EducTec.pdf>. Acesso em: 25 set 2006.

_____. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

WERTSCH, J. A. **Voces de la mente**: em enfoque sociocultural para el estudio del ación mediada. Madrid: Vison Distribuiciones, 1993.

WERTSCH, J. A.; RIO, P. del; ALVAREZ, A. Estudos socioculturais: história, ação e mediação. Em: WERTSCH, J. A.; RIO, P. del; ALVAREZ, A. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

WINCH, P. G.; TERRAZZAN, E. A. Argumentação no Ensino de Ciências: resultados de pesquisas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis, 2007.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2005.

ZIMAN, J. The rationale of STS is in the approach. Em: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G.S. (Eds.), **STS Education: International Perspectives on Reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Questionário

Caro professor (a).

Solicitamos que responda este questionário. Com ele pretendemos conhecer alguns aspectos de sua formação e experiência docente e da escola em que trabalha.

Muito obrigado pela colaboração.

Nome:

Disciplina (as) que ministra:

Escolaridade:

Graduado ( ) Especialista ( ) Mestre ( ) Doutor ( )

Formação inicial:

Instituição em que cursou Graduação: Ano de conclusão:

Instituição em que cursou ou cursa Pós-Graduação: Ano de conclusão:

Número de escolas em que leciona:

Rede:

Privada ( ) Federal ( ) Estadual ( ) Municipal ( )

Localização da (s) escola (s):

Carga Horária:

Tempo de Atuação Docente:

A **estrutura Física de sua escola conta com**:

Laboratório de Ciências ( ) Laboratório de Informática ( ) Auditório ( ) Biblioteca ( )

Televisão ( ) Data show ( ) Aparelho de DVD ( ) Retroprojetor ( )

Níveis de Ensino:

Ensino Fundamental I ( ) Ensino Fundamenta II ( ) Ensino Médio ( ) Educação Especial ( )

Características da turma:

_____
_____
_____
_____
_____

Faixa etária dos estudantes da turma:

APÊNDICE B: Transcrição da sequência de aulas da professora de química

1º Momento (Aulas 1 e 2)

(()) A professora inicia a aula escrevendo no quadro os termos: Reações de Combustão e Termoquímica.
1-P: Esse é o assunto da nossa aula de hoje. Ok?
2-P: Reações de combustão e termoquímica.
3-P: Alguém tem uma ideia do que é combustão?
4-E_1: Queima de combustível.
5-P: Queima de combustível.
6-P: Vocês já estudaram as transformações físicas e químicas, não é isso?
7-P: Quando a gente tem uma reação de combustão, que transformação é essa?
8-E_1: Química.
9-P: O que é que ocorre na combustão?
10-ES: Queima (II)
11-P: Queima, não é?
12-P: Então, quando ocorre a queima, o que é que você pode perceber?
13-P: O que acontece?
14-E_1: Há uma mudança irreversível.
15-P: Uma mudança irreversível e acontece mais o quê?
16-E_2: Energia.
17-P: Gera energia.
18-P: De que forma essa energia?
19-E_1: Química.
20-P: Energia química.
21-P: Mas como você observa que gerou energia?
22-E_1: Energia térmica.
23-P: Térmica.
24-P: Então, a gente tem calor.
25-P: E tem outra forma também que você observa de energia.
26-P: O que você vê?
27-E_1: Ela quer forçar. Acho que toda professora de química é igual.
28-P: Lógico.
29-P: É um fenômeno que você observa, que você vê. Então, vamos ver aqui.
30-P: O que acontece?
31-P: Tem calor e o que mais?
32-E_1: Temperatura.
33-P: Temperatura é calor, não é?
34-P: Outra forma de energia?
35-P: O que é que você observa?
36-E_1: Fogo.
37-P: O fogo. Então é uma energia...
38-E_4: Positiva.
39-P: Se você tiver no escuro e acende o fogo, o que acontece?
40-ES: Luz (II).
41-P: Luz.
42-P: Então, tem uma energia também luminosa. A gente vai ter energia térmica e energia luminosa.
43-P: Então, o que é combustão?
44-P: É uma reação, não é? Ou um processo, uma transformação química, onde você vai ter a formação de...
45-P: Você vai ter a liberação de energia em forma de luz e...
46-ES: Calor.
47-P: Calor. Ok?
48-P: E o que é a termoquímica?
49-P: Por esse nome, o que é que vocês acham que é a termoquímica?
50-ES: Termo... (II).
51-P: Termo, temperatura, não é?
52-E_4: Temperatura e calor.
53-P: Seria o estudo de quê?
54-E_1: Da temperatura e substâncias.
55-P: Então, a termoquímica vai estudar as transformações químicas que envolvem essas transferências de calor.

56-P: Então, a termoquímica, ela vai estudar de uma maneira geral, as reações químicas, as transformações químicas que envolvem transferência de calor e uma das reações importantes nesse assunto, é a reação de combustão, não é?
57-P: Vocês conseguem ver, das reações de combustão, qual é a importância na vida da gente? Na vida prática? Das reações de combustão de uma maneira geral?
58-E_1: Ah são várias: acender o cigarro, cozinhar,...
59-P: Acender o cigarro?
60-E_1: Ah! Depende da necessidade de cada um.
61-P: O fogo não é?
62-E_1: Cada um queima o seu.
63-P: Pois é.
64-P: E como é que a gente na verdade usa a energia de nosso corpo?
65-E_1: Calor humano. Esquentar um ao outro.
66-P: Não. A energia... Você se alimenta. Se você não se alimentar, você fica forte?
67-ES: Não (II).
68-P: Fica fraco. Você precisa se alimentar. O alimento vai lhe dar energia.
69-P: Mas, existe uma reação muito importante de combustão e que tá presente na vida de todo mundo, que é a reação de combustão onde esse calor, essa energia na forma de calor, vai ser convertido numa energia mecânica.
(()) Silêncio na turma.
70-P: Alguém tem ideia?
71-E_4: Não.
72-E_3: Como assim, professora?
73-P: A energia química produzida na combustão vai se transformar numa energia mecânica. Em que isso está presente na vida da gente?
74-E_1: No carro.
75-P: No carro.
76-P: O motor do carro, ele só funciona quando tem... O motor vai funcionar e ele vai precisar de quê?
77-P: De um combustível, não é?
78-P: Então, a reação que ocorre no motor do carro é uma reação de combustão. Ele transforma essa energia, esse calor que é gerado, em uma energia mecânica que vai então, fazer o funcionamento do motor e consequentemente, do carro.
79-P: Então, a gente agora vai ver um filmezinho mostrando o funcionamento do motor, certo?
80-P: Primeiro, a gente vai ver o filme, depois eu vou explicando com vocês o passo a passo. Fiquem atentos.
(()) A professora apaga a lâmpada da sala.
81-P: Eu vou começar tá?
82-E_3: Aumenta professora (II).
83-E_4: É melhor a senhora explicar.
84-P: Observem aqui: a válvula de admissão foi aberta e vai entrar a mistura de ar e combustível, combustível que é o ar mais a gasolina.
85-P: Observe que essa cambota, ela vai dar, não é? Ela deu uma volta de 180 graus, até que todo combustível entre. Observe o movimento aqui.
86-P: Então, o que vai acontecer agora?
87-P: Vai haver a compressão dessa mistura, esse pistão tá subindo aí e vai haver a compressão da mistura.
88-P: Agora, no terceiro tempo, aqui é a câmara de combustão. Então, vai haver uma ignição, uma fonte de ignição, que é a vela de ignição que vai dar uma faísca, uma centelha, vai haver a combustão e a expansão desses gases.
89-P: E agora no quarto tempo, a válvula de exaustão vai ser aberta e então, essa mistura vai ser, vai escapar para a atmosfera. Ok?
90-P: Então, observe esse movimento, ele vai dando um movimento de 180 graus. E a partir daí, vai começar o ciclo se repetindo: admissão, compressão, combustão e escape.
91-E_1: Ah professora, é assim que se polui é?
92-E_3: Oh professora, e qual a parte do momento que o combustível se torna energia?
93-P: (inaudível). Quando se dá a combustão, ele vai formar a energia em forma de calor. Essa energia química, não é? Energia térmica, ela vai se transformar em energia mecânica.
94-P: Novamente, como vocês não estão ouvindo, não é? Essa é a fase de, o primeiro tempo, que é a admissão, quando tá entrando a mistura do combustível e do ar.
95-E_3: Essa válvula é a de escape.
96-P: Não entrou na admissão? Por que aqui está mostrando devagar. Depois vai ver bem rápido.
97-P: Então agora vai começar o quê? A compressão. Você observa que quando ele tá girando, tá empurrando o pistão para cima, tá comprimindo ali a mistura. Essa é a fase da compressão.

98-P: Agora vai ser o terceiro tempo, quando vai haver a combustão. Uma centelha ali olha! Uma centelhazinha vai provocar a explosão e a combustão. E aí, a combustão e a expansão dos gases. E em seguida, esses gases são expelidos, ok?
99-P: Todo mundo compreendeu o funcionamento?
100-P: Porque a gente tem aqui uma transparência e eu iria colocar a transparência explicando... Mas, é muito simples. Deixa ele (o vídeo) passar mais uma vez e aí a gente pára.
(()) O vídeo vai passando e a professora vai descrevendo todos os passos do funcionamento do motor de combustão interna de quatro tempos.
101-P: Admissão, e aí o ciclo vai se repetindo enquanto o motor estiver ligado. Vai chegando combustível, não é? A mistura do combustível e de ar. Vai havendo a explosão, a combustão.
(()) Um aluno interrompe:
102-E_3: Professora, esse mecanismo (inaudível) é pequeno. Se for muito grande vai ser muita fumaça.
103-P: O motor de um automóvel é pequeno. Não precisa ter um motor desse tamanhão.
104-P: Sim, olhe. Para cada tipo de veículo vai ter um motor diferente, não é? Não é um motor diferente, as proporções têm que ser maiores. Você precisa de uma certa energia para um automóvel pequeno. E para um ônibus, um caminhão? Mas o princípio de funcionamento é o mesmo.
105-P: Então, o que acontece? A reação de combustão...
(()) A professora escreve no quadro o termo Combustão.
106-P: O que a gente viu que era necessário para que haja a reação de combustão? O que foi que entrou ali? Naquela válvula de admissão?
107-P: Entrou o...
108-E_1: Combustível.
109-P: Combustível.
110-E_3: E o ar que entrou também não é professora?
111-P: Espere aí, tenha calma.
112-P: Entrou o combustível, que pode ser a gasolina, pode ser o álcool, pode ser o diesel, pode ser o hidrogênio, pode ser gás metano, então, depende. Ok?
113-P: E entrou o ar. Então o ar é o comburente.
(()) A professora vai escrevendo no quadro os elementos constituintes do processo de combustão: combustível + comburente
114-P: Combustível mais comburente que é o ar...
115-P: E só juntando os dois vai haver a combustão?
116-E_1: Não. Tem que ter...
117-P: O que foi que teve?
118-E_1: A faísca.
119-P: A faísca não é?
120-P: Então, é uma fonte de ignição.
121-P: Aquela centelha.
122-E_1: E o comburente?
123-E_3: O comburente é o ar.
124-E_1: Sim, mas é só o ar que é o comburente? O que é um comburente, professora?
125-E_1: Ar é comburente.
126-P: É uma mistura gasosa com o oxigênio. Vai propiciar a combustão.
127-P: O combustível pode ser qualquer um desses que a gente conhece. Além desses combustíveis que a gente conhece que tem no posto, também existem combustíveis, por exemplo...
128-E_1: Lenha.
129-P: A lenha é um combustível. Então, são matérias orgânicas que têm carbono, ou no caso, os combustíveis que contêm carbono, mais o oxigênio, que é o comburente, mais a fonte de ignição.
(()) A professora continua sistematizando no quadro os elementos envolvidos na combustão.
130-P: Então, o que vai produzir?
131-E_3: Oi?
132-P: O que é que se produz na combustão?
133-E_1: A senhora disse que é a energia, esqueci o nome. A luz...
(()) A professora continua sistematizando no quadro os elementos envolvidos na combustão.
134-P: Mais luz.
135-P: E mais o quê?
136-E: Calor.
137-P: E é justamente esse calor que vai importar mais prá gente no estudo da termoquímica. Porque a partir disso aí, a gente vai poder determinar quanto foi produzido, quanto foi produzido de calor. E a partir daí, a gente

vai então quantificar a energia. Quanto foi produzido de calor e qual é o tipo de combustível que você vai ter melhor rendimento. Ok?
138-P: Então, a partir desses dados daqui, a partir do estudo da Termoquímica e das reações de combustão, a gente vai trabalhar, então, os tipos de combustíveis e qual o combustível que seria mais adequado (inaudível).
139-P: Nós vamos agora formar grupos para fazer uma leitura no livro. Formem grupos de três.
(()) A professora entrega os livros aos estudantes. Estes organizados em grupos iniciam a leitura do texto: "Combustíveis e Energia".
140-P: Então, a gente vai fazer uma leitura...
(()) Os estudantes se organizam.
141-E: Professora, qual é a página?
142-P: Nós vamos fazer uma leitura da página 358.
(()) A professora escreve no quadro a página do texto.
143-E_3: Professora é para fazer a leitura em voz alta?
144-P: Oi?
145-E_3: é para fazer a leitura em voz alta?
146-P: Vocês vão fazer a leitura em grupos. Qual é o tema dessa leitura?
147-P: Combustíveis e energia.
148-P: Vocês vão encontrar nessa leitura os tipos de combustíveis, tudo que a gente viu aqui.
149-P: Vocês vão ler e após a leitura nós vamos fazer um...
150-E_1: Debate.
151-P: Um debate pequeno em torno disso aqui.
152-E_1: Professora, não é 358 não.
153-P: 358. Ui, tá certo. Desculpe. Eu li 358 e escrevi assim.
154-E: É só pra ler é?
155-P: Vamos ler.
156-E_2: Em voz alta é?
157-P: Não, você lê em voz baixa. Vocês vão fazer as leituras em grupos. Cada grupo não tem um livro? Vocês vão fazer a leitura do tema aqui. Tem aqui escrito: pense qual é o melhor combustível? Então, nesse texto, vocês vão encontrar informações a respeito dos combustíveis e de que tipo de combustível...
158-P: Psiu!
(()) Os grupos começam a leitura do texto. Nesse momento, a professora observa os grupos e se aproxima de alguns quando solicitada ou para gerenciar a atividade de leitura.
(()) Após a leitura do texto pelos grupos, a professora encaminha a discussão:
159-P: Pronto gente? Todo mundo já terminou de ler?
160-P: PSIU.
161-P: Então vamos lá.
162-P: CHRISTIAN
163-E_1: Sim, querida professora.
164-P: Então vamos lá.
165-P: Por essa leitura vocês viram então que existem diversos tipos de combustíveis, não é? E puderam observar também que entre eles tem diferença na geração de energia. Quer dizer, na produção dessa energia.
166-P: Então, vocês puderam ver aí que alguns produzem menos e têm outros combustíveis que produzem, têm o calor produzido muito maior.
167-P: Se vocês forem escolher, para escolher o combustível para utilizar, vocês podem se basear nessa tabela?
168-ES: Pode (II).
169-P: Mas, só nessa tabela?
170-ES: Não (II).
171-P: Por quê?
172-P: Por que existem ainda outros fatores não é isso?
173-E_1: Tem coisa que não é vendido assim abertamente.
174-E_2: (Inaudível).
175-P: POR EXEMPLO: qual é o gás, qual é o combustível aí que tem o maior poder calorífico?
176-E_1: Hidrogênio.
177-ES: Hidrogênio (II).
178-E_4: Ah! É.
179-P: Hidrogênio.
180-P: Mas existe carro já movido a hidrogênio?
181-ES: Não (II).
182-P: Mas, já existe na Inglaterra. Agora um carro desses é muito caro e o hidrogênio...
183-E_4: Ah! Professora existem carros que quando uma pessoa vai atravessar já avisa (inaudível).

184-P: Mas aí, ele sendo combustível seria muito bom utilizar por quê?
185-P: Porque o fator ambiental iria ser praticamente nenhum, na questão ambiental que ele iria poluir na atmosfera.
186-E_1: Existe carro que já (inaudível).
187-P: Mas aí, o que acontece? É o custo.
188-P: Então você tem que fazer a escolha do combustível observando diversos fatores.
189-P: Na combustão vai formar o quê?
190-P: Qual é o gás formado na combustão? Quem é que sabe qual é o gás que é expelido na combustão? No cano de escape do carro?
191-E_1: É... deixa eu ver.. é...
192-E_4: Gasolina?
193-E_3: O que é professora?
194-P: Após a combustão, no cano de escape do carro, o que sai no cano de escape?
195-E_4: Fumaça.
196-E_1: Enxofre.
197-E_3: Enxofre e outra coisinha.
198-P: Quais são os principais gases que poluem?
199-E: Fumaça
200-P: Qual é o gás que tá ali presente?
201-E_4: A gasolina.
202-E_1: Propano.
203-P: Esses são os combustíveis Christian.
204-P: Após a combustão, o que se forma?
205-P: Após a combustão, esses gases que vão ser expelidos no cano de escape?
206-ES: São gases poluentes.
207-P: São gases poluentes, não é isso?
208-P: Que gases são esses?
(()) A professora escreve no quadro a fórmula química do gás carbônico.
209-P: Que gás é esse?
210-E_5: Gás CO_2.
211-P: Gás carbônico.
212-E_1: Gás carbônico. É isso aí.
(()) Em seguida, a professora escreve a fórmula química do monóxido de carbono no quadro.
213-P: E aqui é o monóxido de carbono.
214-P: Então, na escolha do combustível vocês têm aí o quê? Alguns fatores devem ser considerados. Que fatores são esses? Além da quantidade de energia que ele vai gerar?
215-E_1: A poluição também.
216-P: A poluição. Então você tem que considerar o fator ambiental.
217-P: Então, você tem que escolher ou você deve escolher um combustível que tenha menor, que cause menor, que gere menor poluição, não é isso?
218-P: Por que também, qual é um outro fator que vai propiciar uma maior poluição?
219-P: Têm uns carros que soltam uma fumaça bem preta, não é isso? O motor está funcionando normalmente?
220-ES: Não (II).
221-P: Então, a regulagem do motor também é um fator que vai alterar essa reação. Se o motor não tá bem regulado, a combustão não vai ser uma combustão completa, então vai gerar gases aí. Não vai haver uma combustão completa. Então a regulagem do motor também é um fator que vai influenciar nessa questão ambiental. Então você tem que ter a escolha do combustível. Você tem que procurar um combustível que tenha, que seja menos poluente, não é isso? E que tenha um bom rendimento. Ok?
(()) A professora apaga o quadro.
222-P: E como é que se calcula esse maior poder calorífico do combustível, poder calorífico aqui?
223-P: Como é que a gente vai calcular? Como é que se calcula esse calor gerado na reação de combustão?
224-P: Como é que você vai calcular esse calor que é gerado na reação de combustão?
225-E_4: Tá aqui oh. Ah, sei não.
226-P: A gente agora vai começar a ver, começar a trabalhar esses conceitos de química que serão utilizados pra que você possa calcular esse...
227-E_4: Matemática não!
228-P: Matemática sim!
(()) Silêncio na turma.
(()) A professora escreve no quadro a palavra calor.
(()) Os estudantes conversam em paralelo.

229-P: Então, o que é calor? Como a gente pode definir o que é calor?
230-E_1: É a energia que passa de um corpo para outro.
231-P: Como é Christian?
232-E_1: É a energia que passa de corpo para corpo.
(()) A professora sinaliza positivamente, balançando a cabeça.
233-P: É a energia que passa de um corpo para outro. É uma forma de energia.
(()) A professora vai escrevendo no quadro a definição de calor.
234-E_4: Ah professora, calor todo mundo sabe.
235-P: Vocês estão estudando isso também, estão estudando em Física.
(()) A professora continua sistematizando no quadro a definição de calor.
236-P: Calor é uma forma de energia que se transfere de um sistema para o outro.
(()) A professora continua sistematizando a definição de calor no quadro.
237-P: PSIU.
238-P: Calor é uma forma de energia que se transfere de um sistema para outro quando esses estão em diferentes temperaturas.
239-P: E aí, o que vai acontecer?
240-P: Quando é que isso vai parar?
241-P: Quando você tem um equilíbrio térmico.
(()) Os estudantes brincam com a questão do calor humano.
242-P: Então, o calor vai ser transferido do corpo mais quente para o corpo mais frio, até que haja um equilíbrio entre eles.
243-E_4: (Inaudível).
244-P: Então, nosso corpo, ele... A gente se adapta. Veja bem: você tá com calor e vai para o frio e o seu corpo vai se adaptando ao calor e ao frio. Mas para isso, quando você sai de um ambiente muito quente ou vice-versa, o que é que acontece?
245-P: Vai haver um choque térmico, mas depois o que acontece?
246-P: Vai haver um equilíbrio. A temperatura de seu corpo vai se equilibrar com a temperatura do ambiente.
247-E_4: (Inaudível).
248-P: Qual é a unidade de medida dessa energia?
249-E_1: É... graus Celsius, Fahrenheit, Kelvin, Joule... A senhora quer que eu fale esses nomes todinhos?
250-P: No sistema internacional a medida da energia é o Joule.
251-P: Williams, se você fosse um cientista e tivesse conseguido detectar, e medir essa energia, poderia ser que a unidade de medida fosse Williams. Joule é o nome do cientista.
252-A_1: Do cara.
253-P: Do cara. É o cara. Então, poderia ter sido um William. Quem sabe daqui a algum tempo vai ter uma medida que vai ser um Williams? Então, é uma homenagem ao cientista.
254-ES: Ah!
255-P: Essas medidas são normalmente, tem o nome do cientista. Pessoa que descobriu, que fez. Então, é uma homenagem justa.
256-ES: CELSIUS.
(()) A professora sistematiza no quadro o joule como unidade de medida no sistema SI.
257-P: Outra unidade que também utilizamos muito no cotidiano é a caloria.
258-P: Psiu!
259-P: Essa caloria aqui é diferente daquela. Aqui você vai medir, por exemplo, no alimento, um valor energético, que é diferente daquelas calorias quando você tem assim: Caloria, com a letra maiúscula, essa caloria que você tem na embalagem dos alimentos, na verdade é mil vezes essa. Existe uma diferença.
260-P: Então, uma caloria...
261-P: Então, vocês têm aí (na tabela do texto) o calor produzido em duas unidades: joule por grama e caloria por grama. Então, se você tiver a mesma quantidade de material, a mesma quantidade de combustível gasolina e a mesma quantidade de combustível óleo diesel, o calor produzido vai ser diferente.
262-P: Como tá pedindo em grama, então, foi a mesma quantidade utilizada que gerou o calor. Se gerou um calor maior, aquele combustível vai ter uma maior eficiência, um maior rendimento.
263-P: Ele produz mais calor. Então, o que tiver a maior produção de calor é o melhor combustível, em termos de RENDIMENTO. Aí você vai analisar se aquele que é melhor no rendimento também é o melhor para o meio ambiente.
264-E_4: (Inaudível)
265-P: É a mesma coisa, só faz transformar. A mesma coisa de quilograma para grama.
266-P: Um quilograma tem quantos gramas? Quantos gramas têm um quilograma?
267-E_6: Mil.

268-P: Mil gramas, não é? Então, o equivalente em quilograma e em gramas é a mesma quantidade. Então, aqui é a mesma coisa. Você vai ter números diferentes porque as unidades são diferentes.
269-P: PSIU.
270-P: Você tem aí na tabela em joules por grama e em caloria por grama. Não é o mesmo número, por quê?
271-P: Porque há uma equivalência de uma para outra. Mas, vocês vão ver que proporcionalmente é a mesma coisa.
(()) A professora mostra a tabela do texto aos estudantes.
272-P: Veja bem. Se você tem 10 550 joules por quilograma, ISSO equivale a que 2 524 calorias por grama? Por que uma é quatro vezes mais o outro. Mas, é a mesma coisa. Se você ver a reação, vai ser a mesma, é só a unidade de medida, não é?
273-P: Se você mede em grama, quilograma, ou em tonelada, são números diferentes, mas a quantidade é a mesma.
274-P: Por quê? Porque vai haver uma equivalência. Aí só é uma medida de unidade. O calor produzido vai ser o mesmo. Ok?
275-P: Existe uma forma de se medir esse calor das reações. É um aparelho que é chamado de... calorímetro.
(()) A professora escreve no quadro o termo calorímetro.
276-P: Então a gente só vai encontrar em laboratório de pesquisa, não é? Em escolas, porque é um aparelhinho. Você coloca certa quantidade, um grama da substância, ele tem água e tem um termômetro, então, tem uma fonte de ignição, aquela fonte vai produzir a combustão daquele material.
277-P: Por exemplo: você coloca ali um grama de açúcar e aí vai calcular qual o calor produzido por grama de açúcar.
278-P: Por quê?
279-P: Por que você tem um termômetro. Você vai ter uma temperatura inicial e uma temperatura final e você vai fazer a correlação aí. Então, é o calorímetro. É o aparelho que você vai fazer a medida.
(()) Um estudante questiona por que não vão para o laboratório e a professora tenta justificar dizendo que eles foram o ano passado e que o laboratório não está funcionando.
280-P: Vocês têm no livro toda a explicação do funcionamento do calorímetro.
(()) A professora mostra a figura do livro de um calorímetro para a turma.
281-E_4: Interessante.
282-E: Oh professora, existe um "moi" de sistemas diferentes para medir a temperatura é?
283-P: Um "moi"?
284-E_3: Um moi não, um moi que eu digo, são vários sistemas, por exemplo, o calorímetro.
285-P: Não. O calorímetro, PRESTA ATENÇÃO, ele não vai medir a temperatura. Ele tem um termômetro com a medida das duas temperaturas a inicial e a final, você vai medir o calor produzido e não vai medir a temperatura.
286-ES: Ah!
287-E_1: Ei professora, caloria é de calor é?
288-P: O que vai acontecer, quando há a combustão não uma liberação de energia?
289-ES: Há...
290-P: Há. Essa energia não é na forma, não o é calor? A energia não é liberada em forma de calor, então vai haver uma mudança de temperatura, não vai?
291-P: Você vai medir essa mudança, essa variação...
292-E_1: Ei professora, caloria vem de calor?
(()) A professora balança positivamente a cabeça.
293-E_1: E quando a gente come uma coisa que tem tantas calorias, como se aplica calorias e esse calor?
294-P: Justamente. Aquelas calorias que você tem é o valor energético. Se você come, come, come e não faz nenhuma atividade física, o que acontece?
295-E_1: A gente engorda.
296-P: Se a pessoa comer a mesma quantidade e fizer um exercício físico, uma esteira, uma bicicleta, não tá queimando?
297-P: O que eu disse a vocês, todo alimento que a gente ingere, se transforma em...
298-E_1: Fezes.
(()) Todos sorriem neste momento.
299-E_1: Mas, não tá errado não.
300-P: Não. Uma parte vai se transformar em fezes, porque não foi absorvido para se transformar em energia. Por que não serviu para o nosso corpo. Então, o que serve para o nosso corpo, vai ser transformado em...
301-E_1: Energia.
302-P: Energia.
303-P: Se você não tá transformando essa energia, essa energia tá se acumulando em gordura.
304-E_3: Então, no caso, Ranielli, tem muita energia.

(()) Todos sorriem.
305-P: Quando você faz um regime, você tem que balancear a quantidade de calorias que você vai ingerir. Fazer regime não é tomar água e deixar de comer não, por exemplo.
306-P: Viu Gerlândio, fazer regime não é tomar água e deixar de comer não.
307-P: Agora, cada pessoa precisa de uma quantidade diferente.
(()) A professora comenta com um dos estudantes as correspondências entre Joule e calorias.
308-P: Em todas as transformações químicas vai haver sempre liberação de calor?
309-ES: Vai, vai.
310-E_1: Não, não. Acho que não.
311-P: Na combustão há liberação de calor.
312-P: Mas, em todas as transformações químicas, vai haver liberação de calor?
313-E_4: Vai.
314-E_1: Vai não.
315-P: O que foi que a gente viu aqui?
316-P: Calor é uma forma de energia que se transfere de um sistema para outro.
(()) Um estudante complementa:
317-E_1: Quando esse está em diferentes temperaturas. Se tiver na mesma temperatura ele não...
318-P: Mas, existem reações em que é preciso, é necessário que haja uma absorção de calor para que a reação ocorra.
319-E_1: Quando tem aquele triângulozinho, que quer dizer alta temperatura.
320-P: Mas, nas transformações químicas nem sempre há uma liberação de calor.
321-P: Então, nós temos dois tipos de reações.
(()) A professora escreve no quadro os termos: reações exotérmicas e reações endotérmicas.
(()) Os estudantes conversam paralelamente.
322-P: Psiu!
323-P: Então, nós temos as reações EXOTÉRMICAS e as reações ENDOTÉRMICAS.
324-E_3: Eu já estudei isso. Já vi isso em algum lugar.
325-P: Aqui olha.
326-E_1: Exo é fora e endo é dentro.
327-P: Exo é para fora e endo é para dentro.
328-P: Então, a reação exotérmica ela libera ou absorve calor?
329-E_1: Bota para fora.
330-P: A reação exotérmica libera ou absorve?
331-ES: Libera.
332-P: Libera calor.
333-E_1: Libera.
334-E_4: Libera.
(()) A professora sistematiza no quadro a definição de reação exotérmica.
335-P: E nas reações endotérmicas, vai haver o quê?
336-P: Uma... absorção de calor. Ela vai absorver o calor para que a reação ocorra.
(()) A professora sistematiza no quadro a definição de reação endotérmica.
337-P: A combustão é uma reação endotérmica ou exotérmica?
338-P: PSIU.
339-E: Exotérmica.
340-P: Exotérmica, não é isso? Porque vai haver sempre a formação e a liberação de calor.
341-P: Próxima sexta nós vamos continuar. Por hoje é só.

<u>2º Momento</u> (aulas 3, 4 e 5)

342-P: (Inaudível), os tipos de reação, não foi isso?
343-P: Eu perguntei: toda reação será que libera calor? Não.
344-P: Então, a gente viu as reações... Como é que é o nome das reações?
345-E_3: E eu me lembro. (Inaudível). Foi uma palavrinha. Endo não sei o que...
346-P: Endo não sei o quê? É endo mesmo. Endo e Exo, o quê?
347-P: O que a gente tá estudando?
348-E_3: Temperatura.
349-E_3: Endo...

350-P: Endotérmica e exotérmica.
351-E_7: Isso professora.
352-E_3: Isso aí. Agora a senhora fechou.
353-E_7: Endotérmicas e exotérmicas.
(()) A professora escreve no quadro os termos: reações endotérmicas e reações exotérmicas.
354-P: Então, as reações endotérmicas e exotérmicas...
355-P: Endotérmicas...
356-P: Que tipo de reação é esse? O que ocorre na reação endotérmica?
357-E_3: Endo é para dentro.
358-P: Então, o que ocorre?
359-E_8: Ela absorve.
360-P: Então, as reações exotérmicas liberam calor, não é?
361-E_3: Só porque eu falei primeiro. REAÇÕES EXOTÉRMICAS E ENDOTÉRMICAS
(()) A professora escreve no quadro dois diagramas: um representativo de uma reação endotérmica e outro de uma reação exotérmica.
(()) Os estudantes conversam entre si.
362-P: Vamos ver aqui um diagramazinho de energia aqui, não é?
363-P: Vocês sabem que nas reações nós temos os reagentes formando o...
364-E_3: Produto.
365-P: Produtos.
366-P: Então, aqui nós temos reagentes e produtos e vamos ver aqui na reação exotérmica e na reação endotérmica, como é que a gente pode aqui, pelo diagrama, ficar mais fácil para você compreender. Ok?
(()) A professora vai explicando o diagrama para a turma:
367-P: Então, nós temos aqui produtos e reagentes.
368-P: Na reação exotérmica...
369-P: Então nós temos aqui energia.
370-P: E um exemplo da reação endotérmica, ou, exotérmica, qual seria?
371-P: A gente tá vendo aqui as reações de combustão, não é isso?
372-P: Psiu!
373-P: Então, um exemplo pode ser a combustão do etanol, não é? Que é um combustível, um dos combustíveis que pode ser utilizado no automóvel.
374-P: Como vai ser a reação de combustão?
375-P: O etanol mais o quê?
376-P: Mais o oxigênio, não é?
(()) A professora escreve no quadro a equação química da reação de combustão do etanol.
377-P: Então, aqui nós temos a reação, um diagrama da reação exotérmica.
378-P: E na reação endotérmica...
(()) A professora escreve no quadro um diagrama para a reação endotérmica.
(()) Os estudantes conversam paralelamente.
379-P: Então nós temos como exemplo de uma reação endotérmica, a reação da desidratação do sulfato de cobre... Ok?
380-P: Vamos ver então agora, a partir desse diagrama, como é que a gente vai observar essa variação aí de energia, certo?
381-P: Atenção.
382-P: A gente viu que essa quantidade de calor, não é? Que vai ter nessa reação, uma quantidade de calor que vai ser absorvido ou liberado.
383-P: A gente vai chamar essa quantidade de calor de: calor de reação. Ok?
(()) A professora escreve no quadro a definição de Calor de reação.
(()) Os conversam entre si.
384-P: WILLIAM.
385-E_3: Não sou eu não!
386-P: Quem é?
387-P: Então, esse calor que vai ser absolvido ou liberado na reação é chamado de, a gente chama de calor de reação e ele vai ser determinado a partir dos estados iniciais e finais. A energia dos reagentes e a energia dos produtos.
388-P: Então, você vai determinar esse calor de reação considerando o estado inicial da reação e o estado final da reação, ok?
389-P: Então, essa variação aí, esse calor de reação que você pega os estados iniciais e finais é uma propriedade do sistema que a gente chama de entalpia. É denominado de entalpia.
390-E_2: Como?

391-P: ENTALPIA.
(()) A professora escreve no quadro a definição de entalpia.
(()) Os estudantes conversam entre si.
392-P: Entalpia e o símbolo H.
393-P: Psiu.
394-P: Então, esse calor de reação, ele vai ser medido observando-se o estado inicial e final, por isso é uma propriedade desse sistema, e como ele é uma propriedade do sistema, a gente tá tratando essa propriedade como sendo entalpia.
395-P: Então, esse calor de reação aí, que a gente vai calcular, vai ser uma variação que vai ocorrer entre o estado inicial e o estado final. Ok?
396-P: Então, quando a gente vai medir esse calor de reação, a gente vai ver então a variação de entalpia entre o estado inicial e o estado final.
397-P: Então, a variação de entalpia, delta agá, de uma reação...
398-P: Psiu!
399-P: Vai ser igual a quê?
400-P: A entalpia dos produtos... menos a entalpia dos reagentes.
401-P: Psiu.
402-P: Ok?
403-P: Então, o que é que acontece?
404-P: Podemos então determinar se a reação é exotérmica observando essa variação de energia.
405-P: O que é que acontece na reação exotérmica?
406-P: O que é que acontece com delta agá?
407-P: O que é o delta agá?
408-P: O que é uma variação de entalpia?
409-P: Como a gente mede ela?
410-P: A entalpia do produto menos a do reagente.
411-E_3: Dê um exemplo.
412-P: Olhe para o diagrama.
413-P: Como é que vai ser esse delta agá aqui?
414-P: Quem é maior?
415-P: Quem é a energia maior?
416-E_2: Produto.
417-P: Produtos ou reagentes?
418-ES: Reagentes. (II)
419-P: Então, o que é que acontece aqui quando você fizer o delta agá daquela reação?
420-P: Ele vai ser maior do que zero ou menor do que zero?
421-E_8: É o que?
422-E_3: Maior.
423-E_3: Menor.
424-P: Quem é o número maior?
425-P: OLHA A MATEMÁTICA. Sexta série, não é? Números positivos e negativos.
426-P: Se isso aqui (entalpia dos reagentes) é maior do que isso (entalpia dos produtos) vai ser positivo ou negativo?
427-ES: Negativo. (II)
428-P: Negativo.
429-P: Portanto, numa reação EXOTÉRMICA o delta agá é menor do que zero.
430-E_8: Ah, rapaz...
431-P: Quando você tiver uma reação que você ver que o delta aga negativo, é menor que zero então, você já sabe que aquela reação é uma reação... EXOTÉRMICA.
432-E_3: Isso vai variar, se for exo ou endo.
433-P: Sim, e então?
434-P: Na reação endotérmica, o que é que acontece?
435-P: Onde é que a energia é maior?
436-ES: Produto.
437-P: No produto.
438-P: Então, esse delta agá vai ser positivo ou negativo?
439-E_4: Positivo.
440-P: Sempre positivo, não é?
441-P: Você vai ter sempre aqui positivo maior que negativo.
442-P: Então, numa reação endotérmica, o delta aga é maior que zero.

443-P: Psiu!
444-P: Então oh!
445-P: Presta atenção!
446-P: Nós vamos então aqui representar essa equação como sendo o etanol mais o oxigênio formando gás carbônico mais água e mais o quê?
(()) Silêncio na turma.
447-P: O que há no final?
448-E_8: Calor.
449-P: Mais calor que é liberado junto com o produto da reação, não é verdade?
450-P: E nessa reação endotérmica aqui, o que é que vai acontecer?
451-E_8: Endo é a que absorve calor.
452-P: Como é que a gente vai representar aqui?
453-E_3: Então, no caso, o calor tá no produto.
454-P: Ela não absorve calor?
455-P: Então você vai ter aquele reagente mais...
456-ES: Mais o calor. (II)
457-E_8: Ah rapaz...
458-P: O calor...
459-P: Tá todo mundo com calor aqui hoje!
460-P: Como é que tá aí a liberação de calor? Tá havendo liberação ou tá havendo absorção?
461-E_3: Rosana tá absorvendo todinho o calor para ela.
462-E_2: Mentira William.
463-E_3: (Inaudível)
464-P: Tá havendo a troca de calor, mais você tá querendo dizer outra coisa.
(()) Todos sorriem.
465-E_3: Não, é isso.
466-P: A palavra não é chegando.
467-P: Se seu corpo troca calor com o meio ambiente, ele quer saber o quê?
468-E_3: Rosana tá trocando calor com o ambiente todinho que não tá chegando aqui.
469-P: Mas, se troca calor demais, o que vai acontecer?
470-P: Vai ficar com frio.
471-P: Então tem que atingir o quê?
472-E_2: O equilíbrio.
473-P: O equilíbrio. Era isso que ele queria falar, o equilíbrio térmico.
474-P: Então todo mundo tá entendendo direitinho aqui?
475-ES: Ahã.
476-P: Vocês vão encontrar no livro, vão estudar e vão ver assim: reação endotérmica, delta agá maior do que zero.
477-P: Por que é o delta agá é maior do que zero?
478-P: Por que é maior do que zero?
479-P: Então, eu fiz aqui esse diagrama para vocês poderem compreender e a partir da equação.
480-P: Existe uma coisa na equação não é?
481-P: Isso menos isso é maior que zero ou menor do que zero.
482-P: Mas, eu quero que vocês observem aqui oh!
483-P: Por que é maior do que zero e menor do que zero?
484-P: Porque a energia dos reagentes é maior do que a dos produtos. Então, quando você faz a variação do estado final menos o inicial, o que é que acontece?
485-P: Se o reagente é maior e ele é negativo, essa energia, esse delta aga vai ser sempre menor do que zero.
486-P: Se aqui você tem uma reação endotérmica, energia dos reagentes e energia dos produtos, quando você vem aqui para equação, o que é que acontece?
487-P: O que acontece com esse delta agá da reação?
488-P: O produto é maior do que o do reagente.
489-P: Então, ele vai ser sempre maior de zero.
490-P: Então, quando você encontra uma equação e lá junto da equação tem delta agá...
491-E_3: Professora, e se os dois valores forem iguais? E aí? O valor que foi usado for igual?
492-P: Se for igual não vai haver variação de energia. O delta agá é zero.
493-E_3: Sim... Agora eu entendi.
494-P: Se um for igual ao outro não vai ser zero?
495-P: Entenderam?

496-P: Isso aqui agente tá trabalhando numa reação, não é? Só que cada composto, cada combustível desse, no caso, o etanol, a gasolina, o gás metano, cada composto desse, ele vai ter uma entalpia de formação diferente.
497-P: Para que se forme aquela molécula, vai existir uma entalpia padrão de formação para cada composto. Certo?
(()) A professora aponta para a equação escrita no quadro:
498-P: E a partir daí... Se você tivesse a energia desse composto e a desse, desse e desse, você poderia então, calcular esse delta agá.
499-P: Não vai ser a dos produtos menos a dos reagentes?
500-P: Então, existe não é?
501-P: Ninguém tem que decorar. Aqui no livro, por exemplo, tem uma tabela que são os valores tabelados que você não tem que decorar não.
(()) A professora abre o livro e mostra a tabela dos calores de formação de várias substâncias para a turma.
502-P: Quando você precisar usar, você vai usar a tabela, não é? Por exemplo: numa prova que vocês façam de Enem, de vestibular, concurso, que tenha alguma questão que você vai envolver esse calor, essa entalpia de formação, você vai ter esses dados na prova.
503-P: É lógico. Quem era louco, não é?
504-P: Nem o professor, nem um estudioso, nem pesquisador. Ninguém vai decorar isso aqui não! O calor de formação, não é? A entalpia de formação de cada composto.
505-P: Então, você tem aqui oh, tabelado.
506-P: Se você quisesse calcular o delta agá dessa reação, o que você fazia?
507-P: Você vem então aqui, para cada composto, (inaudível) qual é a entalpia de formação do etanol, do oxigênio, do gás carbônico, da água. Fazia reagentes, produtos e joga então aqui na equação. O delta agá da reação vai ser a entalpia dos produtos menos a dos reagentes. E você então, calcula essa entalpia aqui, essa variação de energia.
508-E_8: Eu aposto que não vou conseguir decorar esse nome...
509-E_3: ENTALPIA.
510-P: Então, nós temos aqui a entalpia de formação, a gente tá vendo entalpia de reação que você pode medir quando tem a liberação do calor. Mas, você pode também fazer não é? Calcular essa entalpia através das entalpias padrão de cada composto.
(()) A professora escreve no quadro e em seguida, lê a definição de entalpia de formação para a turma.
(()) Os estudantes conversam paralelamente.
511-P: A entalpia de formação é a entalpia, a entalpia padrão de formação corresponde à entalpia para produzir um mol da substância a partir de substâncias simples a uma atmosfera e vinte e cinco graus Celsius.
512-P: Então, CADA substância vai ter a sua entalpia padrão de formação.
513-P: Vamos... vocês querem fazer esse exemplo aqui, prá gente calcular o delta agá dessa reação?
514-E_2: É bom, não é professora
(()) A professora se refere à entalpia de combustão do etanol.
515-E_3: Precisa não.
516-E_8: Faça, faça.
517-P: O que é que a gente iria fazer?
518-P: Você tem aqui oh.
(()) A professora apresenta a tabela do livro que contém as entalpias de formação das substâncias para a turma.
519-P: Nessa tabela e a gente vinha aqui e iria ver
520-P: Procurar onde é que está aqui o composto, procurar onde é que estão aqui as substâncias simples que vão formá-los e faz então, produtos menos reagentes.
521-P: Entenderam?
522-P: Nessa tabela aqui vocês vão encontrar as entalpias.
523-P: Então, vamos ver aqui uma reação, um exemplo, para a gente ver como você faz esse cálculo, certo?
524-P: Posso apagar aqui?
525-ES: Pode. (II)
526-E_8: Fique à vontade professora.
527-E_2: O outro lado não.
(()) A professora apaga uma parte do quadro.
528-P: Eu vou fazer um exemplo de como a gente calcula esse delta agá de formação do composto.
529-P: Essa entalpia de formação, a partir da energia de formação onde cada composto tem o seu.
530-P: Então, a gente vai fazer uma reação e calcular essa reação através dos, dos valores.
531-P: Entendeu?
532-P: Por que você vai encontrar a reação e vai encontrar lá o delta agá TANTO: que pode ser maior do que zero ou menor do que zero.
533-P: Mas, como é que você calcula isso aí? (inaudível).

534-P: Entendeu?
535-E_2: O outro assunto foi mais fácil.
(()) A estudante se refere ao conteúdo trabalhado no primeiro momento da sequência de aulas.
536-P: Qual era o outro assunto foi mais fácil?
537-E_2: Da aula passada.
538-P: Porque não envolveu cálculo, não é?
539-E_2: É.
540-P: Vamos ver aqui um exemplo: o exemplo da formação do etanol.
541-P: Se você vier aqui na tabela, vem aqui na tabela, então tem aqui: a entalpia de formação do etanol é menos duzentos e setenta e oito, certo?
542-P: Você tem esse valor tabelado, mas se você tiver que calcular?
543-P: O que é que a gente vai fazer?
544-E_9: Isso aí a gente não precisa decorar não é?
545-P: O que foi que eu disse desde o início?
546-P: Nem o professor, nem o cientista, ninguém vai decorar essa tabela. E em qualquer prova você vai ter...
547-E_2: Tamires decora professora.
(()) A professora escreve no quadro a equação química de formação do etanol.
548-P: Então, veja bem!
549-A gente tem esse valor tabelado desse composto aqui, mas, se a gente quisesse fazer a entalpia de formação dele?
550-O que a gente ia fazer?
551-P: Psiu!
552-P: Então oh, o valor dele vai ser o quê?
553-P: Presta atenção.
(()) A professora escreve no quadro a entalpia de formação do etanol: 278 negativos.
554-P: Essa é a entalpia de formação padrão do etanol, certo?
555-P: Vamos calcular agora a entalpia da reação da combustão a partir de todos os outros.
556-P: Isso aqui é tabelado e vai ser próprio para cada um.
557-P: Então, do mesmo modo que foi feito aqui oh, essa reação daqui vai formar o C_2H_5OH, que é o etanol.
558-P: Então esse aqui vai ter esse calor de formação.
559-P: Na formação da GASOLINA, você vai ter outro calor de formação. Para cada composto você vai ter uma entalpia de formação padrão. A partir dessa entalpia de formação padrão, a gente pode fazer do cálculo do delta agá da reação.
560-P: Então, se a gente fizer a reação de combustão do etanol, a gente tem que pegar o quê?
561-P: Essa entalpia de formação do etanol, a entalpia de formação do oxigênio, que é zero, a entalpia de formação do CO_2 e da água, certo?
562-P: Para a gente calcular o delta agá.
563-P: Primeiro, eu quero que vocês compreendam o que é entalpia de formação.
564-P: É a energia necessária para que você forme esse composto. Isso aqui é TABELADO. É o que tá nessa tabela.
565-P: A partir dessas entalpias de formação, você pode utilizar para calcular uma entalpia da reação.
566-E_3: É difícil.
(()) Os estudantes conversam paralelamente.
567-P: Então o que foi que a gente viu aqui na reação?
568-P: Psiu!
569-P: Etanol, diga aí para mim.
570-P: A reação de combustão do etanol...
571-E_8: Etanol.
(()) A professora tenta escreve no quadro a equação química de combustão do etanol com a ajuda dos estudantes.
572-P: Mais o quê?
573-P: Reação de combustão... Oxigênio.
574-ES: Calor. (II)
575-P: Formando o quê?
576-P: A reação de combustão do etanol, que eu mostrei para vocês, que era uma reação exotérmica?
577-P: Etanol mais oxigênio formando o quê?
578-P: A COMBUSTÃO minha gente, o que é que forma?
579-P: CO...
580-E_2: Dois.
581-P: Mais água.
582-P: Então, a partir das entalpias de formação, nós vamos calcular a entalpia dessa reação.

583-P: As entalpias de formação não são tabeladas?
584-P: Então, a gente vem nessa tabela oh...
(()) A professora escreve no quadro os valores dos calores de formação dos compostos envolvidos na combustão do etanol com base na tabela do livro.
585-P: Tou pegando o valor tabela do viu?
586-P: Presta atenção!
587-P: Entenderam o que é entalpia padrão de formação de cada substância?
588-P: Então, nós temos aqui a reação de combustão, vamos para a tabela e pegamos então, a entalpia padrão do etanol, menos duzentos e setenta e oito. A entalpia padrão do CO_2. A entalpia padrão da água. O oxigênio é zero.
589-P: Substâncias simples, O_2, N_2, H_2, a entalpia de formação é zero.
590-P: Então, nós temos agora as entalpias de formação de nossos três compostos, não temos?
591-P: Como é que a gente vai calcular o delta agá dessa reação?
592-P: O que é delta agá da reação?
593-P: Entalpia dos...
594-ES: Produtos...
595-P: Menos a entalpia dos...
596-ES: Reagentes.
597-P: Reagentes.
598-P: Então, como é que a gente calcula?
599-P: Vamos lá.
600-P: O delta agá da reação...
601-P: Eu quero que vocês me ajudem.
602-E_2: É igual a...
(()) A professora apaga o quadro.
603-P: Entalpia dos produtos...
604-E_3: Aí tem que somar isso aí,
605-E_2: É
606-E_3: Que é o CO_2 e o H_2O.
607-E_2: Água.
608-E_3: Esse valor...
609-E_2: Fala mais alto William.
610-P: Psiu.
(()) O estudantes calculam os valores da soma das entalpias dos produtos.
611-P: Aqui, a gente tem quanto do CO_2?
612-E_3: Menos trezentos e noventa e quatro.
613-P: Mais...
614-E_3: Duzentos e quarenta e dois.
615-P: Menos...
616-P: O produto, quanto é o produto?
617-P: Vamos agora fazer o cálculo.
618-P: Faça aí o cálculo rapidinho prá mim.
619-E_2: Tem que multiplicar não é professora?
620-P: MATEMÁTICA, não é?
(()) A professora escreve os valores dos calores da reação na equação do delta agá e os estudantes calculam o resultado.
621-P: Ok?
622-P: Agora aqui, menos com menos fica como?
623-ES: Fica mais. (II)
624-P: Mais, não é?
625-P: Aqui como é que fica?
626-P: A gente soma não é isso?
(()) Os estudantes conversam paralelamente.
627-P: Ok?
628-P: Delta agá é... menor do que zero.
629-P: Por quê?
630-P: Porque essa é uma reação de combustão. Então, é reação exotérmica.
631-P: OLHA NA HORA DA PROVA.
632-P: Então, presta atenção.
633-P: Entalpia de formação é a entalpia padrão que você vai ter para cada substância, a partir dela, nós podemos calcular o delta agá de QUALQUER reação. Não precisa decorar a entalpia de formação, por quê?

634-P: Porque é tabelado.
635-P: Mas, a partir dele, você vai lá na tabela. Isso aqui eu não adivinhei não, entendeu?
636-P: Não, tem a tabela. A tabela existe para a entalpia de formação que você não vai ter de decorar para aquela substância.
637-P: Mas, você, a partir dela, tem que saber resolver a equação.
638-P: Então, o que é que você vai fazer?
639-P: Você tem sua reação, pega cada entalpia de formação de seus compostos, se for O_2, N_2, é substâncias simples, vai ser quanto?
640-P: Zero.
641-P: Então, você vai lá e... faz o cálculo.
642-P: Alguma dúvida em fazer esse cálculo?
643-P: No caso de outra reação que a gente viu, do sulfato de cobre e a desidratação dele?
644-P: O que vocês iriam fazer?
645-P: A mesma coisa.
646-P: Para cada reação que você tiver...
647-P: Vocês não estudaram reações?
648-P: Para cada reação que você tiver, você vai então calcular esse delta agá da reação a partir de suas entalpias de formação padrão. Certo?
649-P: Posso apagar?
650-P: Pode apagar?
(()) A professora apaga uma parte do quadro escreve o termo Energia de Ligação.
651-P: Como é que é calculada aquela entalpia padrão de formação?
652-P: Essa que é tabelada?
(()) Silêncio na turma.
653-P: Como é que, como é que vai ser calculada essa entalpia de formação padrão?
654-P: Essa que a gente pegou na tabela?
655-E_3: Fazendo o cálculo.
656-P: Fez o cálculo para saber da reação.
657-P: Essa a gente não encontrou na tabela?
658-P: A entalpia padrão de formação de cada substância, ela vai ser calculada através da energia de...
659-ES: Ligação.
660-P: LIGAÇÃO entre os átomos.
661-P: A energia de ligação para que se forme...
662-P: Como é que se forma isso aqui?
663-P: Estudaram ligações já?
664-ES: Já (II)
665-P: Quais são as ligações que vocês têm aqui?
666-P: Ligações, não se lembram, não é?
667-E_3: Professora eu tenho problema de memória (inaudível).
668-P: Quais são os tipos de ligações para formar esse composto?
(()) A professora escreve no quadro a definição de Energia de Ligação.
(()) Os estudantes conversam paralelamente.
669-P: Psiu.
670-P: Energia de ligação é definida como a energia necessária para romper um mol de ligações covalentes simples, duplas ou triplas, não é, entre dois átomos, de forma a obter esses átomos isolados na forma gasosa.
671-P: Então, essa energia, essa entalpia de formação, ela vai depender das energias de ligação entre esses átomos.
672-P: Então, são também valores tabelados onde você vai ter a ligação, por exemplo, entre o carbono e o hidrogênio, vai ter uma energia, a ligação entre dois hidrogênios vai ter outro tipo de energia, a ligação entre carbono e oxigênio...
673-P: Então cada ligação, você tem aqui assim...
(()) A professora escreve no quadro a fórmula estrutural do etanol.
674-P: Aqui temos o quê?
675-P: O etanol, não é isso?
676-P: Psiu!
677-P: Veja quantos tipos de ligações nós temos aqui.
678-P: São ligações covalentes, não é isso?
679-P: Hidrogênio/carbono, carbono/carbono, carbono/oxigênio e oxigênio/hidrogênio.
680-P: A entalpia padrão dele vai ser definida também pelas suas energias de ligação.
681-P: Então, por que é que cada combustível tem um poder calorífico diferente?

682-P: Por exemplo: o gás metano?
(()) A professora escreve no quadro a fórmula estrutural do metano.
683-P: Aqui nós temos ligação carbono/hidrogênio. Então nós temos tabelado aqui, também as energias de ligação para que você consiga calcular.
684-P: Então, porque é que cada composto, cada combustível tem poder calorífico diferente?
685-P: O etanol e o gás metano, por exemplo?
686-P: Os tipos de ligações deles é que vão também determinar esse poder calorífico.
687-P: Vocês viram quando a gente fez a leitura do livro?
688-P: Que tinham vários combustíveis, não foi?
689-P: Carvão...
690-E_2: Gasolina.
691-P: Gasolina, etanol, gás metano, uma infinidade de compostos não é?
692-P: De combustíveis.
693-P: Cada um não tinha o poder calorífico diferente?
694-P: Na queima da mesma quantidade, na queima de um grama de um quilo daquele combustível, um iria fornecer uma energia e o outro iria fornecer uma energia muito maior.
695-P: Então, isso tá definido também através de suas energias de ligação, ok?
696-P: Alguma dúvida?
697-ES: Não. (II)
698-E_3: Eu tenho.
699-E_3: (Inaudível).
700-P: O que você não entendeu?
701-E_3: Isso aí eu entendi. Agora reação (inaudível).
702-P: Vamos recapitular.
703-P: A variação de entalpia da reação, que é o calor de reação que a gente tá medindo, vai ser igual à entalpia de formação dos...
704-E_2: Dos produtos.
705-P: Menos dos reagentes.
706-P: E cada composto tem a sua entalpia de formação padrão que é a tabelada.
707-P: O que foi que a gente fez?
708-P: Procurou na tabela cada entalpia de formação padrão.
709-P: Esse não é um composto?
(()) A professora se refere ao etanol.
710-P: Esse composto daqui, ele vai ter uma entalpia de formação padrão. O gás carbônico, o CO_2 vai ter também outra entalpia, a água também tem sua entalpia de formação.
711-P: Essa entalpia de formação padrão é que é tabelada. A partir deles nós não podemos calcular a nossa entalpia da reação?
712-P: Então, nessa reação de combustão do etanol, nós vamos ter então oh, uma liberação de quanto aqui?
(()) Silêncio
713-E_3: Mil duzentos e trinta e seis quilos joule por mol.
714-P: Se você fosse fazer então daqui, do metano, o que é que você iria fazer?
715-P: Você iria procurar na tabela a do metano.
716-P: O produto iria ser o mesmo, não é?
717-P: Você balanceava a equação, que vocês já sabem.
718-P: Você tem que fazer a equação, balancear e calcular esse calor de reação a partir da entalpia de formação padrão de cada componente.
719-P: Agora, nós vamos ver um filme.
720-E_8: Um filme de quê?
721-P: Uma reportagem.
(()) A professora organiza a apresentação do filme com a colaboração de um dos estudantes.
723-P: Gente, por favor, silêncio.
(()) Os estudantes assistem ao filme-documentário da série Globo Repórter sobre Poluição e os motores automotivos com atenção.
(()) Após a apresentação do filme-documentário, a professora inicia uma discussão sobre o filme-documentário.
724-P: (Inaudível) como é que já estava esta poluição e esses gases que são liberados...
725-E: No carro.
726-P: No carro.
727-P: Então, já é comprovado que não é só a poluição das fábricas, não é?
729-E_{11}: Em São Paulo é assim: eles marcam o dia em que você pode sair. Não é todo dia que você pode sair com seu carro.

730-P: Hoje já existe o rodízio, o sistema de rodízio em São Paulo pela placa do carro. Então, dia de segunda-feira, carro terminado em tal número não pode circular, nas terças, com tal, não pode circular, para poder... Para poder o quê? Já diminuir essa frota de veículos, não é?
731-P: Então, diante do que a gente viu aqui, não é? A gente viu que..., diz dos gases poluentes que são liberados.
732-P: Quais são os gases que a gente viu aí?
733-P: Monóxido de carbono.
734-E_9: Dióxido de enxofre.
735-E_6: Chumbo.
(()) Alguns estudantes vão citando os gases poluentes liberados para a atmosfera e a professora vai escrevendo no quadro.
736-P: Esse aqui (o dióxido de enxofre) é o que vai provocar o que a gente chama de chuva ácida, não é?
(()) Neste momento, a professora se refere ao dióxido de enxofre, escrito no quadro.
737-P: Que forma o H_2SO_4 e forma a chuva ácida.
738-P: Já ouviram falar, não é?
739-P: Mas, no nosso caso, olha o monóxido de carbono e o chumbo, que era adicionado na gasolina.
740-P: Então, o que é que vocês viram aí?
741-P: Que eles começaram a substitui o chumbo pelo...
742-E_6: Pelo álcool.
743-P: Pelo álcool.
744-P: Então a gasolina de hoje já é uma mistura com o álcool, porque justamente o álcool, ele veio para tentar substitui a gasolina.
745-P: Por quê?
746-P: Porque ele é um combustível que é menos poluente.
747-E_3: Quanto mais álcool, menos poluição do (ar).
748-P: Menos que a gasolina.
749-P: De qualquer forma, o álcool também vai ter a sua contribuição, parcela, na...
750-P: Todos os combustíveis, não é? Tanto o álcool como a gasolina, eles são poluentes.
751-P: Mas, o que acontece?
752-P: O álcool é menos poluente que a gasolina, não é isso?
753-P: Então, quando você adiciona o álcool à gasolina, você vai tá substituindo o chumbo. Então, você vai melhorar esse, essa questão ambiental.
754-P: Então, vamos agora fazer uma análise do que a gente já viu, não é, desde da aula passada?
755-P: O que nós vimos sobre os combustíveis?
756-P: Daquela leitura que vocês fizeram?
(()) Silêncio na turma.
757-P: O que é que a leitura falava inicialmente?
758-P: No poder calorífico dos combustíveis, não é isso?
759-P: Então, vocês tinham uma tabela aqui...
(()) A professora procura a tabela no livro.
760-P: Nós tínhamos uma tabela onde tínhamos o quê?
761-P: PSIU!
762-P: O poder calorífico dos combustíveis.
763-P: Então, se você observar essa tabela, você vai escolher qual o combustível?
764-P: O que tem o menor poder calorífico ou o que tem o maior?
765-ES: O maior (II).
766-P: O maior, não é?
767-P: Por quê? Porque vai produzir mais energia, certo?
768-P: Tudo bem. Observando só essa tabela a gente vai optar pelo que tiver o maior poder calorífico.
769-P: Mas, vendo as outras, as outras...
770-P: Observando a questão da... ambiental, você vai procurar aqui então, o que produz mais ou o que é melhor para o meio ambiente?
771-E_2: Melhor para o meio ambiente.
772-P: Então, você vai ter que observar o quê?
773-P: Nós temos aqui alguns fatores na escolha desse combustível.
774-P: Tem o fator econômico, não tem?
775-P: Tem o fator econômico. Então, você vai lá na tabela e vai procurar "ah! Esse combustível vai ser o melhor para mim porque ele vai produzir mais energia, então vai ser o melhor".
776-P: Mas, não é só esse critério, não é isso?
777-E_2: Ahã?

778-P: Temos que pensar principalmente no critério... ambiental.
779-P: O fator ambiental tem que ser aliado ao fator econômico, LÓGICO.
780-P: Por quê?
781-P: Porque não adianta você usar o combustível que vá lhe trazer um maior rendimento, não é? Uma maior potência e você tá de uma certa maneira, contribuindo para que o ambiente fique mais poluído do que já tá.
782-P: Essa reportagem é antiga, se passou em São Paulo e vocês viram o quê?
783-P: Que houve uma comparação entre São Paulo e Recife, não é isso?
784-P: Não houve uma comparação entre São Paulo e Recife?
785-P: Com relação a quê?
786-P: Justamente à poluição.
787-P: Mas, o que vocês acham atualmente aqui, na hora do trânsito na nossa realidade?
788-E_2: São Paulo tá pior.
789-P: São Paulo tá pior.
790-P: E aqui, nós como estamos?
791-P: E qual é a quantidade de carros que tem rodando na cidade?
792-E_3: Seis horas é a hora do pico. Seis horas quando a gente larga daqui...
793-P: E o que é que vocês viram aí na reportagem?
794-P: O que é que ele disse?
795-P: Na hora do trânsito aumenta essa poluição, não é?
796-P: Aumenta por quê?
797-P: Porque você tá ali, lento, e quem tá ali... digamos, tá confinado, não é isso?
798-P: Porque você tá ali naquele canto parado: do seu lado, do seu (outro) lado, na sua frente e atrás, só tem o quê?
799-E_2: Carros.
800-P: Os outros carros, não é?
801-P: Soltando todos esses gases...
802-P: PSIU!
803-P: E ainda tem o seguinte: vocês viram ali (na reportagem) os caminhões, os canos de escape dos caminhões...
804-P: Como é que ela (a fumaça) saía?
805-ES: (Inaudível).
806-P: Então, existe também outro fator que vai ajudar.
807-P: Que é o quê?
808-P: A regulagem dos motores.
809-P: Lembra que a gente falou aqui?
810-P: Então, existe também um fator...
(()) A professora escreve no quadro o conjunto de fatores que estão sendo discutidos: econômico, regulagem do motor...
(()) Os estudantes conversam paralelamente
811-P: Então, vejam bem uma coisa aqui.
812-P: PSIU!
813-P: Pelo poder calorífico dos combustíveis, nós temos aqui que o etanol tem poder calorífico de vinte nove mil seiscentos e trinta e seis e que a gasolina com vinte por cento de álcool, já com vinte por cento de etanol, tem o poder calorífico de quarenta mil quinhentos e quarenta e seis.
814-P: Se você fosse utilizar esse critério, o que é que iriam escolher?
815-P: O álcool é vinte e nove mil e a gasolina é quarenta mil o poder calorífico.
816-P: Você iria escolher qual?
817-E_2: O álcool.
818-P: Por esta tabela?
819-E_3: Não. Por esta tabela, a gasolina.
820-P: A gasolina, certo?
821-E_3: Pela tabela. Mas não...
822-P: Mais aí, a gente viu o quê?
823-P: Que a gasolina polui muito mais do que álcool.
824-P: Então, a gente tem que pensar nessa forma de balancear.
825-P: E isso é a gasolina já com vinte por cento de álcool, sem... que é a gasolina melhor de trabalhar, ela tem um poder calorífico maior.
826-P: Mas, a gente viu o quê?
827-P: Que quando diminuía o teor de álcool na gasolina, o que acontecia?
828-E_3: Mais poluição.

829-P: Havia mais poluição.
830-P: O diesel também.
831-P: Então, todos os combustíveis poluem de alguma forma, porque eles vão está lançando na atmosfera gases que são tóxicos à nossa saúde.
832-E_8: É verdade.
833-P: Então, nós temos que fazer o quê?
(()) Os estudantes falam simultaneamente sobre o tema.
834-P: Então, essa ideia do rodízio não é legal?
835-ES: é. (II)
836-P: Vocês acham que a gente deve também adotar aqui uma
837-E_8: NÃO.
838-E_8: Eu acho legal, mas acho que
839-P: Por que não?
840-E_8: Precisa não. Lá em São Paulo tem mais, tem mais veículos.
841-E_3: Imagine no final de semana, a gente querendo sair e não pode.
842-E_8: Não é?
843-P: Mas, aí imagine que... Eu venho sozinha de minha casa, não é?
844-P: Quem é que mora perto (inaudível) de minha casa?
845-P: Christian, não é?
846-P: Se o pai de Christian viesse também só trazer Christian na escola.
847-P: Se houvesse então uma combinação?
848-P: Porque deveria existir uma combinação de que as pessoas que trabalham juntas e que têm o mesmo roteiro não é? Uma mesma rota para chegar, deveriam, deveria se fazer esse rodízio.
849-P: Mas aí, o que é que acontece?
850-P: Nosso egoísmo, não é? Cada um quer o seu confortinho, cada um quer ter a sua hora.
851-P: Mas aí, se a gente pensar no meio ambiente, como é que tinha que ser?
852-E_8: Concordo com a senhora professora.
853-E_{10}: Tem uma emergência (inaudível).
854-P: Mas aí, eu tou falando... Uma emergência é uma emergência.
855-P: Eu tou falando, a gente pensando na nossa vida prática, no nosso dia-a-dia.
856-E_{10}: Comprava uma bike e vinha de bike.
857-ES: (Inaudível) (II)
858-P: Então, vejam bem.
859-P: A questão também é que nós temos um transporte coletivo que não é um transporte coletivo bom.
860-E_8: É.
861-P: Então, aí vem o fator também..., não é?
862-E_{11}: Baixa renda.
863-P: Não...
864-P: Não, você poderia ter... (baixa renda).
865-P: Mas veja: se você tem...
866-P: Quantos carros, QUANTOS CARROS, com uma pessoa? E quantas pessoas cabem no ônibus?
867-P: Que muita gente vai... Leva uma ou duas pessoas no carro...
868-P: E quantas cabem no ônibus, não é?
869-P: Só que aí, no ônibus era prá caber quarenta pessoas sentadas, não é? E algumas poucas em pé.
870-P: Mas aí, o que é que acontece?
871-E_{11}: Lotado.
872-P: Lotado.
873-E_8: (Inaudível) uma sardinha.
874-P: Se houvesse um sistema de transporte mais eficiente...
875-P: Iria ser melhor não é?
876-P: Se houvesse um sistema de transporte mais eficiente...
877-P: As pessoas iriam andar mais de ônibus.
878-ES: (Inaudível) (II).
879-P: São Paulo já tem o metrô que é eficiente.
880-E_8: Já tá lotado.
881-P: Por isso diminuiu muito a situação de carros, não é?
882-P: Mas, como São Paulo cresceu muito, também o metrô já, já não funciona.
883-P: Mas, se a gente tivesse aqui um sistema eficiente... de transporte coletivo...
884-P: Vocês utilizariam o transporte coletivo ou vocês iriam de carrinho?
885-E_3: Depende.

886-P: Pensando no bem geral, a gente iria utilizar o quê?
887-E_3: Buzão.
888-P: Buzão.
889-E_3: Metrô.
890-ES: (Inaudível) (II).
891-P: Vocês tão ouvindo o que ele tá dizendo?
892-E_3: (Inaudível), pessoa chega com a bolsa em cima da pessoa. Isso é uma falta de respeito.
893-P: Sim. Mas, a gente vai pensar de uma forma...
894-P: Se você tivesse um transporte de ônibus eficiente, não é? Um transporte coletivo eficiente... Essa não seria uma solução para reduzir?
895-ES: Seria. (II)
896-ES: (inaudível) (II)
897-P: Então vamos lá. Vamos fechar aqui. Vamos terminar.
898-P: De acordo com o que a gente estudou e com o que a gente viu agora nesse vídeo, o que é que vocês acham?
899-P: Quais são as soluções para a gente utilizar?
900-E_8: Ir de bicicleta.
901-E_3: Vai não meu irmão. Tu é doido?
902-P: Bicicleta é a melhor opção. Ciclovias fazem bem à saúde e não polui.
903-E_{12}: Verdade.
904-P: Mas, se a gente tem que usar o combustível? Então, o que é que a gente vai utilizar?
(()) Os estudantes comentam sobre o uso de bicicletas.
905-P: ESCUTEM! Ela tá falando!
906-E_{12}: Usar mais álcool no lugar da gasolina.
907-P: Usar mais o álcool que a gasolina.
908-P: Então, já que a gente não pode acabar com a poluição, a gente tem que utilizar algumas formas de reduzir.
909-P: Então o álcool, ele tem o poder calorífico menor, mas, em compensação, ele tem um fator ambiental melhor.
910-P: Por quê?
911-P: Porque ele polui menos.
(()) Alguns estudantes ainda comentam sobre o uso de bicicletas:
912-E_3: (Inaudível), bota na faixa dos ciclistas.
913-P: Mas QUEM é que pode mudar isso?
914-E_8: Mudar o quê?
915-P: Mudar isso: o motorista do carro não respeitar o ciclista.
916-ES: (Inaudível) (II).
917-P: Quem tem que mudar somos nós, com as nossas atitudes.
918-P: Se cada m pensar em dividir o seu carrinho...
919-P: PSIU!
920-P: Não. Você vai ser um motorista daqui a algum tempo.
921-ES: (Inaudível) (II).
922-P: Olha...
923-P: Psiu.
(()) Os estudantes brincam sobre o fato de virem de bicicleta para a escola.
924-P: A gente tem que aprender a deixar o outro falar!
925-P: Nós temos que pensar nesse sentido: que a gente tem que procurar usar um combustível que polui menos. Mas, temos que pensar nas nossas atitudes, afinal de contas, somos nós que vamos...
926-E_B: Eu tenho uma solução prá isso.
927-E_3: Qual foi a solução?
928-E_B: (Inaudível), quem não tiver dinheiro prá comprar, porque a turma só compra desses baratinhos.
929-E_G: Tem não!
930-E_3: Compra em dez mil vezes...
931-P: Não (inaudível), usar a tecnologia para produzir carros menos poluentes.
932-E_G: Combustível de perfume, professora.
933-E_J: Na energia professora.
934-P: O hidrogênio é o que tem maior poder calorífico e é o que polui menos. Mas, existe já um motor, um europeu, existe.
935-P: Mas existe o quê?
936-P: PSIU.

937-P: Carros que ainda estão em fase de testes e que são caríssimos.
938-P: Então, seria o quê?
939-P: Coisa para o futuro, não é?
940-P: Que a tecnologia fosse então se barateando.
941-E_J: (Carro) a energia.
942-P: Existem carros já, mas eles são carros pequenos que carregam na energia, não é? (inaudível)
943-P: Mas, é uma ideia.
944-P: Se você tem uma bateria (inaudível), vai ser muito mais...
945-E_J: Menos poluente.
946-P: Menos poluente, com certeza.
947-P: Só que isso aí, a gente tem que pensar, não é?
948-P: Pensar em nossas atitudes, não é?
949-P: Não é William?
950-E_3: Eu tava pensando no combustível de perfume.
(()) Todos sorriem.
951-P: Quem sabe não é?
952-P: Que no futuro vamos ter aqui engenheiros mecânicos, químicos, aí que vão desenvolver esse combustível perfume.
953-P: Imagine. Imagine soltar o aroma na cidade.
(()) Os estudantes conversam simultaneamente sobre o fato.
954-P: (Inaudível), eu vou dizer: foi meu aluno. Que maravilha!
955-P: Vamos gente.
956-E_8: Já tocou.
957-P: PSIU.
958-P: Ok?
959-P: Alguma pergunta?
960-E_8: Não.
(()) A discussão sobre o filme-documentário se encerra e a aula termina.

APÊNDICE C: Texto "Combustíveis e Energia"

CAPÍTULO 14 REAÇÕES DE COMBUSTÃO E TERMOQUÍMICA

HIDROGÊNIO, LENHA, GASOLINA, BIODIESEL: QUAL É O MELHOR COMBUSTÍVEL?

Tema em foco

COMBUSTÍVEIS E ENERGIA

PENSE

Qual é o melhor combustível?

Como estudamos no capítulo anterior, o petróleo tem diversas aplicações, sendo uma delas a sua utilização como combustível. Porém, como é um recurso não-renovável, suas reservas estão com os dias contados e, provavelmente, dentro de um século o petróleo não poderá mais ser usado como fonte de combustível.

Mas por que o petróleo tem sido mais utilizado como combustível do que outros materiais? Quais combustíveis poderão substituí-lo? A busca de respostas a essas questões vem mobilizando muitas indústrias e centros de pesquisa.

Os processos de obtenção de energia têm o calor, proveniente das reações de combustão, como sua principal fonte. Materiais diferentes, quando queimados, fornecem diferentes quantidades de energia. Por isso, ao longo dos tempos, a madeira foi sendo substituída pelo carvão vegetal, e este pelo carvão mineral, até se chegar ao petróleo. A eficiência energética do petróleo, ao ser queimado, é uma das razões de seu grande consumo, em relação a outros combustíveis.

Para escolher o melhor combustível, além da eficiência energética é necessário analisar fatores econômicos e ambientais relacionados às reações de combustão. Antes de prosseguir, vamos relembrar o que é combustão?

Combustão é a reação rápida de uma substância ou material com oxigênio (O_2), na qual há emissão de luz e calor. É considerado combustível qualquer substância ou material que reaja nessas condições. Os combustíveis podem ser sólidos, como a lenha; líquidos, como a gasolina; ou gasosos, como o gás metano.

Na escolha de um combustível, em função da aplicação a ser feita, consideram-se propriedades físicas e químicas, tais como volatilidade e reatividade. Além disso, é fundamental determinar seu potencial energético, ou seja, a quantidade de energia produzida por unidade de massa ou de volume (veja tabela abaixo).

A combustão de materiais como álcool, gasolina e óleo diesel é utilizada para fazer funcionar motores. Nela, o combustível é misturado ao ar e levado aos cilindros, onde é queimado ao receber uma faísca.

PODER CALORÍFICO DE ALGUNS COMBUSTÍVEIS

Combustível	Calor produzido	
Lenha	10 550 J/g	2 524 cal/g
Gás canalizado	17 974 J/g	4 300 cal/g
Metanol	22 200 J/g	5 311 cal/g
Álcool combustível	27 200 J/g	6 507 cal/g
Carvão metalúrgico	28 424 J/g	6 800 cal/g
Etanol	29 636 J/g	7 090 cal/g
Gasolina com 20% de álcool	40 546 J/g	9 700 cal/g
Acetileno	40 964 J/g	9 800 cal/g
Óleo diesel	44 851 J/g	10 730 cal/g
Querosene	45 144 J/g	10 800 cal/g
Gasolina isenta de álcool	46 900 J/g	11 220 cal/g
Gás liquefeito de petróleo (GLP)	49 030 J/g	11 730 cal/g
Butano	49 324 J/g	11 800 cal/g
Propano	49 951 J/g	11 950 cal/g
Metano	53 922 J/g	12 900 cal/g
Hidrogênio	120 802 J/g	28 900 cal/g

Fonte: Gepeq – *Interações e Transformações*. São Paulo: Editora da USP, 1993. p. 214.

Bio Barreiro/Prensa Trilá

Para a escolha de um combustível, diferentes fatores devem ser levados em conta. Um desses fatores é o poder calórico de cada tipo de combustível.

Como estávamos estudando, um dos fatores ra a escolha de um combustível é o ambiental.

Alguns combustíveis geram baixa quantidade de ses tóxicos; no entanto, pelo fato de produzirem uco calor, precisam ser consumidos em quantidades maiores que outros combustíveis. Em consequência, acabam lançando mais gases na atmosfera do que se fossem consumidos combustíveis que geram mais gases tóxicos, mas têm poder calorífico maior. Por isso, a avaliação ambiental de um combustível tem de levar em conta também o seu rendimento energético.

O estudo do rendimento energético que vamos fazer neste capítulo nos ajudará a entender outros fenômenos, naturais ou não, presentes em nosso mundo. Você compreenderá, por exemplo, por que um tronco de árvore, que levou décadas ou mesmo séculos para se formar, pode, em curtíssimo tempo, queimar e se transformar em cinzas.

O ramo da Física que estuda as relações das transformações com a transferência de calor é a **Termodinâmica**, palavra criada a partir de *termo*, que se relaciona a calor, e *dinâmica*, que se relaciona a movimento ou mudanças. A área de estudo da Termodinâmica ampliou-se, englobando os processos físicos relacionados à energia.

Nessa área, foram desenvolvidas leis que permitem prever se determinados sistemas materiais, como, por exemplo, um novo combustível na presença de faísca em um motor, poderão ou não mudar. O estudo termodinâmico das transformações químicas é desenvolvido por uma área da Termodinâmica conhecida como **Termoquímica**.

Keystone

A vegetação das florestas constitui um sistema onde solo, energia solar, água e diversos fatores interagem, mantendo um equilíbrio. Falta de chuva e altas temperaturas podem provocar desequilíbrios, secando folhas e partes das árvores e facilitando o aparecimento de queimadas. Ao serem queimadas, as árvores passam por combustão e transformam-se, gerando o carvão, as cinzas e os gases que fogem para a atmosfera. Essas transformações são estudadas pela Termoquímica.

PENSE, DEBATA E ENTENDA

1. De acordo com o texto, por que o petróleo vem sendo mais usado do que os demais combustíveis? GEOGRAFIA
2. Ao se procurar uma nova fonte de energia, que fatores devem ser analisados? GEOGRAFIA
3. Analise a tabela do poder calorífico dos combustíveis na p. 358 para responder: se precisarmos de certa quantidade de energia, a partir da queima da menor massa possível, qual seria o combustível mais indicado?
4. Com base nesta mesma tabela, coloque em ordem crescente de rendimento em quantidade de energia por grama de combustível, considerando a mesma massa, os seguintes combustíveis: gasolina, GLP, álcool e hidrogênio.
5. Debata com seus colegas sobre as possíveis razões por que nem sempre os combustíveis com maior poder calorífico são os mais utilizados.

359

Fonte: SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. de S. (orgs.). **Química e Sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005.