



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL de LONDRINA

---

JOSIANE LETÍCIA HERNANDES

**RELAÇÕES SINTAGMÁTICAS E PARADIGMÁTICAS PARA  
APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS DE TERMOQUÍMICA NO  
ENSINO MÉDIO**

JOSIANE LETÍCIA HERNANDES

**RELAÇÕES SINTAGMÁTICAS E PARADIGMÁTICAS PARA  
APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS DE TERMOQUÍMICA NO  
ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú.

Londrina  
2018

### **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

H557r    Hernandez, Josiane Letícia.  
Relações sintagmáticas e paradigmáticas para apropriação de conceitos de termoquímica no ensino médio / osiane Letícia Hernandez. - Londrina, 2018.  
79 f.: il.

Orientador: Carlos Eduardo Laburú.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2018.

Inclui bibliografia.

1 Química - Estudo e ensino - Teses. 2. Termoquímica - Teses. 3. Semiótica - Teses. 4. Paráfrase - Teses. I. Laburú, Carlos Eduardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 54:37.02

JOSIANE LETÍCIA HERNANDES

**RELAÇÕES SINTAGMÁTICAS E PARADIGMÁTICAS PARA  
APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS DE TERMOQUÍMICA NO ENSINO  
MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Profa. Dra. Fabiele Cristiane Dias Broietti  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Dr. Osmar Henrique Moura da Silva  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 06 de abril de 2018.

*À minha família!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, por ter me dado a oportunidade de chegar até aqui, e por toda a força concedida na concretização desse sonho. Além disso, agradeço a Ele por todas as pessoas que cruzaram meu caminho e que estão aqui citadas, todas muitíssimo especiais.

Dentre todas essas pessoas, agradeço, em primeiro lugar, ao meu orientador, Professor Doutor Carlos Eduardo Laburú, que foi o grande responsável por eu concluir esta etapa da vida. Sou grata por suas orientações, por todos os ensinamentos, pelo apoio que nunca faltou e por ser sempre atencioso e presente. É uma honra ter sido orientada por você!

Agradeço, de forma muito especial a quem me ajudou, de alguma maneira, a integrar nesse ambiente. A Professora Doutora Fabiele Cristiane Dias Broietti, pelo estímulo à pesquisa no Ensino de Ciências dado ainda na Graduação. Sou grata, por seu exemplo profissional, seus “puxões de orelha” e, como se já não bastasse, por aceitar compor a banca avaliadora de minha dissertação. Muito obrigada!

Ao Doutor Osmar Henrique Moura da Silva, por ter aceito compor a minha banca e por todas as orientações.

A Juliane Cristina Leme, pelo apoio e orientação nos encaminhamentos estatísticos.

A professor Angélica, por ceder seu tempo e espaço da sala de aula para a pesquisa.

Aos meus pais, que foram a razão de tudo isso. Obrigada por me incentivarem e investirem em todos os momentos de minha vida acadêmica!

Ao meu irmão Mateus, que esteve presente com meus pais quando eu estive ausente. Obrigada pelo seu amor e apoio sempre!

A toda minha família, que se regozijou comigo em cada etapa concluída. Obrigada pela torcida!

Aos amigos de sempre (a Fernanda, que além de parceira para tudo me deu meu sobrinho/afilhado Arthur que tanto amo, à Ferzinha que não me deixa esquecer que a vida é pra ser vivida, ao Waltinho por, às vezes, não enrolar a gente, e ao Iti por sempre topa qualquer furada). Obrigada pela amizade, pela torcida e por existirem!

Aos amigos que a “química do mal” me deu (Alex, Dalilla, Carlos, Layo e

Maysa). Seguramente, estudar é muito mais leve e divertido com vocês!

Aos amigos (Carlos, Dalilla, Isa, Ju e Mel). Obrigada por me aguentarem e, ainda assim, torcerem por mim!

Aos amigos que Londrina me deu (Laísa, Ana, Vinão, Ju, Araça, Jeh, Mi, Vê) e aos pequenos que alegam nossa vida (Lara e Gregório), por toda amizade, parceria e torcida. Obrigada, galera! Vocês são demais!

À minha sogra e meu sogro, por todo carinho de sempre, pelo apoio e por me fazerem ter “uma casa longe de casa”. Obrigada!

Ao meu amor, pelo incentivo, por tornar meus dias mais leves e felizes. Obrigada, Rafa!

HERNANDES, Josiane Letícia. **Relações sintagmáticas e paradigmáticas para apropriação de conceitos de termoquímica**. 2018. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de estratégia de ensino de Química que emprega as relações linguísticas paradigmáticas e sintagmáticas, de modo a estimular e explorar narrativas textuais em formas diversificadas, com o objetivo de auxiliar os aprendizes na apropriação de conceitos de Termoquímica. As relações paradigmáticas e sintagmáticas são originárias da Ciência Semiótica, sendo derivadas da Semiologia de Saussure. O trabalho está inserido na linha de pesquisa de multimodos de representação, com foco na modalidade verbal escrita. A metodologia da pesquisa consistiu na realização de um pré-teste, com o intuito de identificar os conceitos que os estudantes já possuíam, seguido da realização da estratégia de ensino, em que foram trabalhadas quatro atividades envolvendo as relações linguísticas citadas. Por fim, realizou-se um pós-teste intencionando a constatação das apropriações realizadas pelos aprendizes ao final da estratégia. A passagem dos estudantes pela estratégia das relações linguísticas induz à efetivação de autênticas paráfrases, competência que, ao ser atingida, permite garantir a aprendizagem. Desta forma, é por meio de paráfrases que a conceituação trazida pelos estudantes é identificada nos testes. A pesquisa tem caráter qualitativo, na interpretação das produções dos estudantes e, caráter quantitativo na avaliação da metodologia, sendo este o principal objetivo do trabalho. Resultados indicam que as atividades com as relações linguísticas podem evidenciar o repertório do estudante em conceitos-chave de Ciências, ao utilizar as associações termo a termo em conjunto com as combinações permitidas pela estrutura da língua. Por sua vez, por meio do uso das paráfrases, ficou evidenciado que a estratégia didática gerou apropriações dos conceitos de Termoquímica. O estudo constatou que o uso das relações linguísticas, bem como da paráfrase, pode favorecer apropriações de enunciados-chave dentro da aprendizagem científica e definir critérios para que os docentes evitem respostas estereotipadas.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Científica. Semiótica. Relações Linguísticas. Multimodos Representacionais. Paráfrases.

HERNANDES, Josiane Letícia. **Appropriation of thermochemistry concepts supported in syntagmatic, paradigmatic and paraphrases relationships.** 2018. 79 p. Dissertation (Master's degree in Science Teaching and Mathematical Education) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

### **ABSTRACT**

The present work presents a proposal of a strategy of teaching of Chemistry that uses as paradigmatic and syntagmatic linguistic relations, in order to stimulate and to explore narratives in diversified forms, with the objective of assisting the apprentices in the appropriation of concepts of thermochemistry. The paradigmatic and syntagmatic relations originate from Semiotic Science, being derived from Saussure's semiology. The work is inserted in the line of representation multimedia research, focusing on verbal written mode. A research methodology consisting of a pre-test, with the purpose of identifying the concepts and students already used, followed by the accomplishment of the teaching strategy, in which four activities involving such linguistic relations were performed. Finally, a post-test is carried out, aiming to verify the appropriations made by apprentices at the end of the strategy. The passage of students from the strategy of linguistic relations induces the implementation of authentic, skills and guarantee, ensures learning. In this way, it is through paragraphs that are conceptualization brought by the students and identified in the testicles. The research has a qualitative character, in the interpretation of the productions of students and quantitative quantitative in the evaluation of the methodology, being this the main objective of the work. Results indicate that as activities with linguistic relations can evidence the repertoire of the student in key concepts of Sciences, using as term-to-term associations together as combinations allowed by the structure of the language. In turn, through the use of the paragraphs, it was evidenced that a didactic strategy generated appropriations of the concept of thermochemistry. The study proves the use of linguistic relations, as well as the scientific measurement and definition of criteria for teachers to avoid stereotyped responses.

**Keywords:** Scientific Learning. Semiotics. Linguistic Relations. Representational Multimodes. Paraphrases.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Sequência de atividades realizadas.....	45
<b>Quadro 2</b> - Tipos de paráfrases encontrados nas produções dos estudantes .....	50
<b>Quadro 3</b> - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 1 para a sentença 1 .....	54
<b>Quadro 4</b> - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 1 para a sentença 2 .....	55
<b>Quadro 5</b> - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 1 para a sentença 3 .....	56
<b>Quadro 6</b> - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 1 para a sentença 4 .....	57
<b>Quadro 7</b> - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 29 para a sentença 1 .....	58
<b>Quadro 8</b> - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 29 para a sentença 2 .....	59
<b>Quadro 9</b> - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 29 para a sentença 3 .....	60
<b>Quadro 10</b> - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 29 para a sentença 4 .....	61

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Tipos de paráfrases encontrados nas produções dos estudantes com atribuição de notas .....	51
<b>Tabela 2</b> - Notas e médias do pré-teste .....	63
<b>Tabela 3</b> - Notas e médias do pós-teste.....	64
<b>Tabela 4</b> - Tabela comparativa das notas finais dos estudantes com a mediana da turma.....	66

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Comparativo de notas do pré-teste e pós-teste .....	65
<b>Gráfico 2</b> - Comparativo da mediana do pré-teste em relação ao pós-teste .....	67

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1 MULTIMODALIDADE REPRESENTACIONAL E ATIVIDADES COGNITIVAS DE TRATAMENTO</b> .....	18
1.1 MULTIMODALIDADE REPRESENTACIONAL E A APRENDIZAGEM CIENTÍFICA .....	18
1.2 TEORIA DE DUVAL E AS ATIVIDADES DE TRATAMENTO .....	20
1.3 MODALIDADE VERBAL ORAL E ESCRITA NO ENSINO DE CIÊNCIAS .....	23
<b>2 O SIGNO E AS RELAÇÕES LINGÜÍSTICAS SEGUNDO A SEMIOLOGIA SAUSSURIANA</b> .....	25
2.1 SIGNO, SIGNIFICADO, SIGNIFICANTE.....	25
2.2 RELAÇÕES SINTAGMÁTICAS E PARADIGMÁTICAS .....	28
2.3 ESTABELECENDO RELAÇÕES ENTRE O EIXO TEÓRICO E A PROBLEMÁTICA DA PESQUISA.....	29
<b>3 FUNDAMENTOS DA PARÁFRASE</b> .....	32
3.1 NOÇÕES GERAIS DE PARÁFRASE.....	33
3.2 PARÁFRASE COMO METODOLOGIA AVALIATIVA .....	36
<b>4 TERMOQUÍMICA COMO CIÊNCIA E CONTEÚDO DO ENSINO MÉDIO</b> .....	37
4.1 ASPECTOS GERAIS E DESAFIOS NO ENSINO DE TERMOQUÍMICA.....	38
<b>5 METODOLOGIA E AMBIENTE DE PESQUISA</b> .....	42
5.1 PÚBLICO ALVO E CONTEXTO DO ESTUDO .....	42
5.2 DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA DIDÁTICA.....	43
5.3 METODOLOGIA DE ANÁLISE .....	49
5.3.1 Análise Qualitativa .....	49
5.3.2 Análise Quantitativa .....	51
<b>6 ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	54
6.1 ANÁLISE QUALITATIVA .....	54

6.1.1	Análise do Estudante 1 referente a sentença 1 .....	54
6.1.2	Análise do Estudante 1 referente a sentença 2 .....	55
6.1.3	Análise do Estudante 1 referente a sentença 3 .....	56
6.1.4	Análise do Estudante 1 referente a sentença 4 .....	57
6.1.5	Estudante 1 - Considerações Gerais .....	58
6.1.6	Análise do Estudante 29 referente a sentença 1 .....	58
6.1.7	Análise do Estudante 29 referente a sentença 2 .....	59
6.1.8	Análise do Estudante 29 referente a sentença 3 .....	60
6.1.9	Análise do Estudante 29 referente a sentença 4 .....	61
6.1.10	Estudante 2 - Considerações Gerais .....	61
6.1.11	Conclusão Geral .....	62
6.2	ANÁLISE QUANTITATIVA .....	62
6.2.1	Análise Descritiva da Amostra .....	62
6.2.2	Estatística Inferencial.....	65
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>		<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>		<b>71</b>
<b>APÊNDICE A – TEXTO INTRODUTÓRIO: ENERGIA E OS PROCESSOS QUÍMICOS (TEXTO ADAPTADO).....</b>		<b>77</b>

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho se insere no programa de pesquisa construtivista, que articula a formação de conceitos mediados pela linguagem. Essa ideia é evidenciada por Vygotsky, ao mencionar que o desenvolvimento do pensamento é determinado pela linguagem, isto é, pelos meios sociais simbólicos de pensamento, cujo domínio trabalha para o crescimento intelectual do indivíduo (VYGOTSKY, 2009). Em determinado ponto do desenvolvimento humano, o pensamento e a linguagem se fundem e, por meio das palavras, o pensamento toma corpo.

Tomando como ponto de partida que uma aprendizagem com significado é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 2006), e relacionando isso com o processo do pensamento e linguagem, destacamos a importância desta união para entender os modos de se conceber e ensinar Ciências.

O ensino de Ciências, com o olhar voltado para a Química, traz consigo uma série de nomenclaturas e símbolos que lhes são próprios e, por diversas vezes, geram incompreensões por parte dos estudantes, visto que estes não têm como pré-requisito a aprendizagem da linguagem própria da Química. A linguagem empregada nesse domínio do conhecimento não é a mesma utilizada no cotidiano dos estudantes; portanto, não pode ser considerada como uma linguagem inata. Sendo assim, é mediante o processo de ensino e aprendizagem que a apropriação dessa linguagem é estruturada.

Uma questão que também emerge do processo de ensino e aprendizagem da linguagem científica, são expressões e concepções que se aplicam bem em um ambiente cotidiano, porém, quando aplicadas ao âmbito científico, possuem significações bem diferentes. É comum confundir o conceito de “peso” e “massa”, por exemplo, visto que estes são frequentemente utilizados como sinônimos. Nesse aspecto, Mortimer e Amaral (1998) defendem que seria inviável extinguir as concepções enraizadas na linguagem cotidiana dos alunos, dada a existência de diversas situações em que essas concepções são aplicadas com sucesso. Torna-se necessário, então, oferecer aos aprendizes condições para tomarem consciência de suas existências e saber diferenciá-las dos conceitos científicos (PAULETTI; FFENNER; ROSA, 2013).

Frente ao contexto social, político e econômico atual, no qual as descobertas científicas ocupam papel de destaque e diversos recursos são voltados para o intenso avanço tecnológico, há uma demanda para que os produtos das ciências sejam compreendidos pelas novas gerações, em um sentido de “alfabetização científica” (CACHAPUZ et al., 2001). Entretanto, mesmo com os avanços tecnológicos, o estudo e a compreensão das ciências ainda apresenta alto grau de rejeição pelos estudantes, mostrando a necessidade de alternativas metodológicas coerentes.

Enquanto perspectiva de aprendizagem, a presente pesquisa se fundamenta na multimodalidade representacional, a qual parte do princípio de que várias formas de apresentar um mesmo conteúdo contribuem para a compreensão e aprofundamento dos significados. Os multimodos representacionais, particularmente na representação verbal, fazem parte da Semiologia. Tal representação é utilizada para compreender as relações do signo e seus processos de significação; assim, assume-se, dentro da Semiologia saussuriana, que a relação entre a palavra e a ideia não se origina de uma simples junção como vulgarmente se concebe (SAUSSURE, 2012), mas de uma estrutura em que uma imagem acústica está associada a uma imagem psíquica que, embora pareçam individuais, são de ordem coletiva.

Diante do exposto, interessamo-nos por contribuir com as pesquisas que buscam apresentar alternativas metodológicas para o ensino de Ciências, especialmente para o ensino de Termoquímica, aprofundando a modalidade verbal escrita. Para isso, pesquisas anteriores (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013; PERUCCI, 2015) que fazem uso de estratégias de ensino de Ciências, dentro da modalidade verbal escrita, serviram de inspiração para a presente dissertação. Laburú, Barros e Silva (2013) apresentam uma estratégia de ensino de Ciências que emprega as relações linguísticas sintagmáticas e paradigmáticas com o objetivo de constatar a compreensão de conceitos de física de estudantes, enquanto Perucci (2015) faz uma caracterização longitudinal dos estudantes, em que termos semelhantes reaparecem e podem ter seus significados aprofundados. Enquanto o primeiro trabalho analisa as inversões sintagmáticas possíveis, o segundo procura desenvolver significados mais abrangentes com as paráfrases. Esses trabalhos compartilham características derivadas da utilização de conceitos cientificamente

bem estabelecidos, como as Leis de Newton, o conteúdo de Energia nos Ecossistemas e, no caso desta dissertação, conceitos relacionados à Termodinâmica.

Tendo como foco o modo de representação escrito, os dois eixos estruturantes da linguagem – as relações sintagmáticas e paradigmáticas – foram empregados na elaboração de atividades didáticas. Por meio desses eixos, podemos analisar como se processam as relações associativas das palavras, levando em consideração o repertório de cada indivíduo, e as formas lógicas de combinações possíveis entre essas palavras.

Uma atividade de ensino que explore os eixos estruturantes da linguagem e que permita aos aprendizes se concentrarem em conceitos fundamentais por maior tempo, a fim de potencializar a apropriação dos significados, é o que fundamenta este trabalho. Segundo Laburú (2013) e Perucci (2015), esse tipo de atividade pode promover um aprendizado com maior significação de conceitos-chave e, ao mesmo tempo, possibilitar que o professor acompanhe o desenvolvimento dos estudantes, identificando a conceitualização mantida por eles ao longo da instrução. Explorar narrativas textuais em formas variadas, objetiva ajudar os aprendizes na reformulação e aperfeiçoamento de possíveis equívocos no entendimento de conceitos científicos. Partindo disso, toma-se por hipótese que a produção pelos alunos de relações sintagmáticas e paradigmáticas é uma ferramenta fértil na apropriação de conceitos fundamentais de Termodinâmica.

Como forma de analisar e identificar a conceitualização mantida pelos estudantes, após passarem pela estratégia de ensino das relações linguísticas, propomos a elaboração de paráfrases. Se o aprendiz for capaz de reescrever os enunciados com suas próprias palavras, de modo que se distanciem do original, mas guardem correspondência de significado, podemos inferir que este realmente se apropriou dos conceitos ali contidos.

A partir desses propósitos a respeito da estratégia didática, levantamos a seguinte questão: qual o desempenho dos estudantes, evidenciado pela elaboração de paráfrases, quando utilizamos as relações sintagmáticas e paradigmáticas como estratégia de ensino para a apropriação aprofundada de conceitos de Termodinâmica?

Com base nesse questionamento, tem-se o objetivo de avaliar estatisticamente a estratégia didática elaborada sob o viés das relações linguísticas sintagmáticas e paradigmáticas. Optamos pelo uso da análise estatística dos dados

para a validação de uma significativa apropriação conceitual, comparando pré-testes com pós-testes dos participantes da pesquisa. Para a realização da análise quantitativa será necessária também uma análise qualitativa dos dados.

A apresentação do estudo está dividida da seguinte forma: Os referenciais teóricos, que subsidiaram a investigação, estão apresentados nos quatro primeiros capítulos desta dissertação. No primeiro, abordamos a multimodalidade representacional e as atividades cognitivas de tratamento. No segundo, discutimos o signo e as relações linguísticas segundo a Semiologia saussuriana. No terceiro, são discutidos os fundamentos da paráfrase. E no quarto, por fim, trouxemos as discussões pertinentes ao ensino de Termoquímica.

No quinto capítulo, expusemos o delineamento experimental da pesquisa: caracterizamos a amostra de participantes, descrevemos detalhadamente a estratégia didática implementada e apresentamos os procedimentos para a análise dos dados, juntamente com os modelos instrumentais propostos. Os resultados da análise foram apresentados e discutidos no sexto capítulo. Finalizando esta dissertação, refletimos, nas “Considerações Finais”, acerca dos resultados obtidos e das possíveis implicações desta pesquisa para o ensino e a aprendizagem de Ciências, especialmente de Química.

# 1 MULTIMODALIDADE REPRESENTACIONAL E ATIVIDADES COGNITIVAS DE TRATAMENTO

## 1.1 MULTIMODALIDADE REPRESENTACIONAL E A APRENDIZAGEM CIENTÍFICA

Antes de apresentar o referencial teórico da Semiologia, que inspira e respalda a estratégia de ensino fundamentada nas relações sintagmática e paradigmática, situaremos sua relevância pedagógica, contextualizando-a em relação aos referenciais semióticos da multimodalidade representacional e da teoria de Duval (2006).

A multimodalidade é uma linha de pesquisa na área de ensino que pressupõe que os significados são produzidos, distribuídos, recebidos, interpretados e refeitos a partir da leitura de vários modos de representação e comunicação (KRESS et al., 2014).

É sabido que as disciplinas científicas são caracterizadas por caminhar constantemente em direção à criação, desenvolvimento e integração de variadas formas e modos de representações discursivas. Diversas pesquisas indicam que há um forte vínculo entre atividade científica, processo de produção de significados e escolhas representacionais que apoiam a aprendizagem científica dos estudantes (KLEIN, 2003; LEMKE, 2003; TYTLER; PRAIN; PETERSON, 2007). O saber científico é constituído por linguagens e símbolos que lhe são próprios, e estes são usados para representar conceitos, ideias, princípios e grandezas que constituem as teorias envolvidas e os fenômenos estudados. A linguagem científica utiliza e integra diversas formas de representações simbólicas e, portanto, justifica a força desse tipo de pensamento (LABURÚ; SILVA, 2011).

Cada modalidade representacional atende a diferentes necessidades em relação ao raciocínio e ao registro de questões científicas. Sendo assim, as diversas representações, sejam verbais, algébricas, gráficas, imagéticas, entre outras, são utilizadas de forma coordenada para atender as necessidades do discurso científico (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013). Ou seja, cada nova representação semiótica de determinada ciência funciona como um poderoso instrumento de pensamento, que abre novas possibilidades e facilidades de interpretação e reflexão.

Tomando essa linha de raciocínio, podemos admitir que se os aprendizes não

são capazes de representar seus entendimentos de diferentes maneiras, dificilmente seu aprendizado a respeito da ciência se torna suficientemente robusto e durável (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013). Por outro lado, se durante o ensino for dada a oportunidade para que os conceitos estudados sejam pensados por meio de modos e formas variadas de representação, isso tende a contribuir para fortalecer a ocorrência de apropriações conceituais mais permanentes e profundas (WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2010).

Em qualquer conceito científico, o entendimento dos aprendizes será fortalecido à medida em que procuram entender as relações entre os significados pretendidos, os significados conceituais-chaves dentro do assunto, seus referentes no mundo e as formas de expressar esses significados (WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2010). Provocar diferentes modalidades semióticas como estratégia de ensino é, portanto, ação fértil para que a mensagem científica adquira entendimento mais aprofundado, visto que o significado se encontra distribuído entre as diversas representações e não fica preso em uma única (JAIPAL, 2009). Cada significado depende de diferentes fontes de informação e um domínio contextual de experiências e compreensões.

Ao aprender um novo significado científico, é preciso que o estudante reconheça as diferenças entre uma ideia ou conceito, as diversas maneiras pelas quais essa ideia pode ser representada e os fenômenos a que se refere. Para que esse estudante possa compreender ou explicar conceitos científicos é necessário que o mesmo utilize seus recursos cognitivos e representacionais já adquiridos para dar sentido aos novos conceitos apresentados, que, por sua vez, resultará em novas representações que devem ser reinterpretadas.

Aprender novos conceitos não pode ser separado de aprender como representar esses conceitos e o que essas representações significam no mundo. Cada representação funciona como uma ferramenta de pensamento ou andaime durante sua construção, se tornando um artefato desse pensamento, fazendo com que o aprendiz identifique um conceito ou abstração subjacente entre diferentes representações (WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2010).

Alguns motivos importantes sustentam o uso da multimodalidade representacional na aprendizagem: por meio dessas representações o aprendiz pode complementar, reforçar e confirmar os conhecimentos; elas auxiliam, por restrição, a refinar uma interpretação, visto que cada representação foca e limita o

conceito desejado; propicia que o aprendiz identifique um conceito ou abstração subjacente entre diferentes representações (PRAIN; WALDRIP, 2006); e, por último, alguns aprendizes mostram preferência por determinado modo de representação, como, por exemplo, o modo oral, ao invés do escrito; portanto, empregar representações mais adequadas ao perfil subjetivo do estudante favorece uma atmosfera mais confiante de aprendizagem (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013). Daí a importância da pluralidade representacional, pois algumas representações tendem a ser mais facilmente inteligíveis para certos aprendizes do que outras, possibilitando dar suporte à introdução e domínio de representações mais abstratas e complexas (FRANZONI et al., 2011).

Segundo os referenciais apresentados, uma aprendizagem adequada é aquela em que o aprendiz consegue converter um mesmo conceito em distintas representações, percebendo a equivalência em seus significados, ao mesmo tempo em que é capaz de integrá-las em um discurso multirepresentacional de tal forma que não permaneça dependente de apenas uma representação (AINSWORTH, 1999; DUVAL, 2006; MOREIRA, 2006).

## 1.2 TEORIA DE DUVAL E ATIVIDADES DE TRATAMENTO

No sentido aqui pretendido, cada tipo de representação, como a verbal oral, verbal escrita, as representações algébricas e gráficas, entre outras, são signos tratados como registros de representação semiótica (DUVAL, 1999). A função primária dos signos é a de comunicação, juntamente com a de objetivação e representação de dado conteúdo. Segundo Duval (1999), toda apreensão conceitual de um conteúdo ou objeto ocorre em consonância com a produção de uma representação semiótica, ou seja, a representação de conceitos é necessária para a compreensão do próprio conceito.

Sendo assim, a apreensão do objeto de estudo em si depende da “noésis” – apreensão conceitual de um objeto, e da “semiósis” - ato de produção de uma representação semiótica (DUVAL, 1999). Portanto, a compreensão de um conteúdo depende da existência de uma determinada forma de representação desse mesmo conteúdo, sendo que a produção da representação deve acontecer ao mesmo tempo que a apreensão.

Para Duval (2006), a troca das representações semióticas na forma de

linguagem natural para fórmulas, tabelas, gráficos, linguagem algébrica, entre outras, pode ocasionar obstáculos à compreensão do aprendiz. Durante o processo da troca, a falta de associação entre a linguagem natural e as diferentes representações, gera, com frequência, aprendizagens deficitárias.

Quando Vygotsky (2009) enfatiza que o ensino direto dos conceitos se mostra pedagogicamente estéril, com uma assimilação vazia de palavras, esse tipo de ensino costuma gerar falsos resultados por imitação, em que o conceito científico só se adequa ao contexto da própria sala de aula e o aprendiz não consegue relacioná-lo aos fenômenos do mundo. Desse modo, o discurso tende a ser repetido, mas não cognitivamente internalizado. Essa análise encontra correspondência com Duval (1999), que diz que a objetivação é constituída de representações mentais novas acompanhadas de produções semióticas. Mas alerta que é possível existir expressão de certo conteúdo sem nenhuma objetivação, fazendo com o que o sujeito apenas imite as representações sem entendê-las.

A partir da multimodalidade, e com foco na representação do discurso verbal escrito, podemos explorar e coordenar ao máximo tais representações para fins de aprendizagem científica, sendo estes pressupostos articulados neste trabalho.

A apreensão conceitual (noésis) de um objeto também depende da capacidade de expressá-lo em diferentes tipos de representação semiótica (DUVAL, 1999). As atividades cognitivas que o processo semiótico exige não são isoladas da atividade conceitual, mas mantêm uma implicação mútua (DUVAL, 1999). Essas atividades cognitivas são de três tipos, denominadas por Duval (1999) de formação, tratamento e conversão.

A formação de uma representação semiótica respeita regras próprias que são definidas convencionalmente, para que o signo possa ser reconhecido e reproduzido no meio social. Sendo assim, é possível que a representação seja percebida e identificada, possibilitando que o aprendiz possa extrair o conceito representado e internalizá-lo cognitivamente (DUVAL, 1999).

O tratamento envolve uma transformação interna que se pratica em uma representação inicial para atingir outra representação terminal semelhante, sendo que nessa ação, por meio de regras internas, há expansão informacional (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013). A essência dessa propriedade de transformação interna é sempre operar no interior do mesmo registro de representação, conservando-se nele. Permanecendo no mesmo registro, a propriedade de tratamento não mobiliza

mais do que um único tipo de representação semiótica (DUVAL, 1999).

Duval chama a atenção particularmente para o seguinte ponto: algumas regras não são de todo específicas de um registro de representação, ainda que isso não implique neutralidade no que diz respeito aos registros sobre os quais funcionam. As regras de derivação do registro da língua natural, dentre as quais merecem ser particularmente destacadas as regras de agregação e de substituição, não funcionam sem que, ao mesmo tempo, predominem regras de coerência temática e de associação por similitude ou contiguidade, já que estas são inseparáveis da prática da língua natural (DUVAL, 1999). Tais pontos estão diretamente relacionados com os eixos estruturantes da linguagem à frente discutidos.

Como exemplo de atividade de tratamento, têm-se a paráfrase na linguagem, a associação diagramática de resistores com variadas configurações equivalentes na Física, ou de modo geral, os cálculos numéricos e algébricos na Matemática. No desenrolar do trabalho, o primeiro exemplo será realçado, dado referir-se à transformação interna relativa ao registro do discurso da língua natural, em que um enunciado é reformulado com o objetivo de substituí-lo ou explicá-lo. Quanto à atividade de tratamento da paráfrase, vale destacar que a sua potencialidade pode ser aproveitada junto à estimulação de atividades sintagmáticas e paradigmáticas, às quais se referem às articulações particularizadas dessa propriedade, como ficará mais claro no decorrer do trabalho.

Por último, a atividade cognitiva de conversão consiste em uma propriedade de transformar uma representação dada em outra representação distinta (DUVAL, 1999). A conversão ocorre pela mudança de um sistema semiótico a outro que, necessariamente, envolve dois registros semióticos distintos. Um exemplo seria a conversão da escrita natural para um sistema simbólico-algébrico.

### 1.3 MODALIDADE VERBAL E ESCRITA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Uma importante observação a se evidenciar nos referenciais sobre multimodalidade representacional tem a ver com a compreensão de que representações diferentes carregam processos cognitivos distintos. Para diferentes sujeitos, uns processos são mais ou menos fáceis de realizar e trazem mais ou menos significados em certos modos semióticos, do que em outros (DUVAL, 1999). Nessa linha, e destacando a representação de interesse deste trabalho, pode-se verificar que o modo verbal de representação é responsável por conceituar significados de natureza tipológica em contraste com a natureza topológica permitida por outras representações (LEMKE, 2003; PRAIN; WALDRIP, 2006).

A modalidade verbal possibilita expressar raciocínios semânticos, qualificar ideias e realizar relações entre categorias. A forma verbal pode atuar de dois modos: oral e escrito. O primeiro, se caracteriza pela passagem temporal de ideias, exigindo esforço de lembrança e raciocínios rápidos do que está sendo dito, pois em função de sua característica peculiar, constantes repetições tornam-se inapropriadas ou tediosas, ainda que oportunas, quando se está aprendendo uma língua estrangeira. Em vista disto, o que foi falado não deve ser perdido ou esquecido, precisando ser associado rapidamente ao que será dito em seguida. O raciocínio para se efetivar, acaba dependendo da composição e somatória imediata de elementos de pensamento que se dão em vários momentos no tempo (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013).

Contrariamente, o modo escrito permite várias releituras, revisões, combinações de instantes diferentes e paradas para reflexão no tempo próprio de cada um, não estando atrelado à uma imposição temporal fixa. O período de interpretação de cada leitor é respeitado, concedendo maior tempo para o aprofundamento da reflexão (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013).

Vale ressaltar que a linguagem verbal é, no geral, um sistema modelador primário, do qual as demais representações são derivadas (ECO, 2003). Isso mostra a potência discursiva permitida pela língua natural, a qual é considerada por Benevides (apud DUVAL, 2004, p. 19), como “[...] a organização semiótica por excelência”.

Visto que a atenção deste trabalho é voltada à abordagem escrita, vale ressaltar, de acordo com Klein (apud. YORE; HAND, 2010), que encorajar formas

narrativas textuais variadas é uma maneira proveitosa de ajudar os aprendizes a clarificar seus entendimentos dos conceitos científicos, além de auxiliá-los a desenvolver explicações mais ricas em ações cognitivas que são requeridas para o desenvolvimento de uma competência multimodal representacional.

Agora, dentro da perspectiva multimodal, com objetivos de ensino e aprendizagem (LEMKE, 2003; PRAIN; WALDRIP, 2006; WALDRIP; PRAIN; CAROLAN, 2010), defende-se que as formas de representação discursiva oral e escrita, dentre outras possíveis, são, além de auxiliares, basilares para proporcionar entendimento dos conceitos científicos. Esses conceitos se utilizam de linguagens que lhes são próprias e representações anti-intuitivas para a maioria dos aprendizes, sendo essas representações algébricas, gráficas, imagéticas e com uso de diferentes abstrações simbólicas.

Quando essas representações são empregadas de maneira exclusiva, sem o suporte da linguagem natural, tendem a dificultar a apropriação do conhecimento dessa ciência. Assim, conhecer um determinado conteúdo científico é inseparável do conhecimento do domínio semiótico sobre o qual ele está edificado. Isso implica que, para ocorrer uma aprendizagem com significado, é necessário que o aprendiz vá “descobrir” o significado das representações discursivas empregadas pela linguagem de determinado conteúdo (AIREY; LINDER, 2009). Diante do exposto, o presente trabalho intenta trazer alternativas metodológicas dentro da modalidade verbal que fogem das convencionais.

## 2 O SIGNO E AS RELAÇÕES LINGUÍSTICAS SEGUNDO A SEMIOLOGIA SAUSSURIANA

### 2.1 SIGNO, SIGNIFICADO E SIGNIFICANTE

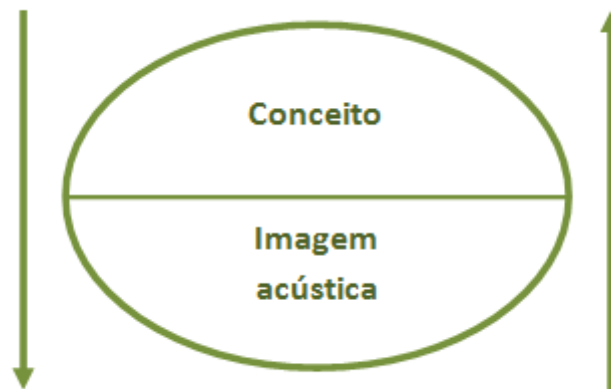
No início do século XX, Ferdinand de Saussure, em seu livro *Curso de Linguística Geral (CLG)*, define a língua como objeto da Linguística e concede a esta ciência a perspectiva de uma nova Ciência Humana. Deste estudo, surge o termo *Semiologia*, que é a teoria geral dos signos linguísticos.

Saussure considerava a Linguística como uma parte de uma teoria geral dos signos, que inclui sons, gestos e todos os sistemas de significações que intencionam dar um significado a algum fenômeno (BARTHES, 1974). Segundo Saussure (2012, p. 24), “a língua é um sistema de signos que exprimem ideias e, por isso, é comparável à escrita, ao alfabeto dos surdos-mudos, aos ritos simbólicos, aos sinais militares e etc.”, sendo o mais importante desses sistemas. Concebe-se assim uma ciência que estuda “a vida dos signos no seio da vida social” (SAUSSURE, 2012, p. 24). A essa ciência se dá o nome de *Semiologia*.

Para Saussure (2012), o signo é uma entidade de dupla face que une um conceito ou imagem mental (significado) a uma imagem acústica (significante). Por “conceito” compreende-se a representação mental de um objeto, que é condicionada pela formação sociocultural que cerca o sujeito, ou seja, conceito se torna sinônimo de significado. Já a imagem acústica “não é o som material, coisa puramente física, mas a impressão psíquica desse som” (SAUSSURE, 2012, p. 80). Em outras palavras, a imagem acústica é o *significante*.

Os dois elementos estão intimamente ligados, são interdependentes e inseparáveis, ou seja, sem *significante* não há *significado* e sem *significado* não existe *significante*. Os dois elementos (*significante* e *significado*) constituem o *signo*. O *signo* linguístico é, segundo Saussure (2012), uma entidade psíquica de duas faces, que pode ser representada pela Figura 1:

**Figura 1** - Signo linguístico como entidade psíquica de duas faces



**Fonte:** (SAUSSURE, 2012, p. 80) adaptada pelo próprio autor.

Esses dois elementos estão intimamente unidos e um reclama o outro.

Um das características do signo linguístico é o seu caráter arbitrário. Não há qualquer ligação natural entre a parte física do signo, seu significante, com o conteúdo do signo, seu significado. Isso explica o fato de que cada língua usa significantes diferentes para um mesmo significado (PERUCCI, 2015). Assim, podemos compreender porque Saussure afirma que a ideia (ou conceito, ou significado) de mar não tem nenhuma relação necessária e "interior" com a sequência de sons, ou imagem acústica, ou significante de mar. Em outras palavras, o significado mar poderia ser representado perfeitamente por qualquer outro significante, pelo fato de que cada língua usa significantes (som) diferentes para um mesmo significado (conceito).

Porém, o signo não é arbitrário na perspectiva do "sujeito falante" (SAUSSURE, 2012), pois ele depende da comunidade de falantes que está inserido para se fazer entendido. Ou seja, para que uma palavra possua significado ela precisa estar inserida dentro do contexto desejado. O significado de alguma coisa ou plano de conteúdo como define Barthes (1974), é a representação psíquica da coisa. Para Saussure (2012), o significado de "boi" não é a palavra boi, mas sim sua imagem psíquica. O significante é o mediador material do significado, os sons, as palavras etc. sendo a associação entre um som e a representação fruto da educação coletiva (SAUSSURE, 2012).

Significado e significante não se unem em um sistema de significação apenas

em dado momento, ambos são propriedades inseparáveis. Não se concebe um significante puro, nem um significado destituído de algum veículo material (som, gesto, expressão e etc.). Caso se retenha apenas um desses elementos, no lugar de um objeto concreto, há apenas uma abstração (SAUSSURE, 2012).

A união dos dois depende de um significado que deriva de um significante, e o significado depende de algum significante anterior para que seja possível uma imagem psíquica dele (PERUCCI, 2015). Ainda segundo Saussure (2012), poderia se pensar, por exemplo, na composição química da água, que é a combinação do hidrogênio e do oxigênio, porém, se tomados separadamente, nenhum desses elementos tem as propriedades da água.

Segundo Santaella (2005), a arbitrariedade ou a convencionalidade é o traço mais característico do signo linguístico, ou seja, a palavra não é uma “coisa”, mas ela afeta a conduta do pensamento do sujeito. Embora a linguagem tenha um caráter individual, em que cada sujeito cria significações próprias, ela também possui caráter social, já que seus significados são compartilhados por um grupo de falantes. Sendo assim, um signo pode ser uma unidade constitutiva, coletiva e bem determinada e, ao mesmo tempo, possuir alto grau de particularidade de seus significados, sem fronteiras definidas (SANTAELLA, 2005).

Outra característica da linguagem é sua linearidade. Segundo Saussure (2012), “o significante, sendo de natureza auditiva, desenvolve-se no tempo, unicamente, e tem as características que toma do tempo: a) representa uma extensão, e b) essa extensão é mensurável numa só dimensão: é uma linha”. Esse princípio é fundamental, pois todo o mecanismo da língua depende dele.

Os termos que integram um determinado signo se apresentam um após o outro, tanto na fala como na escrita, porém, na escrita substituímos a sucessão do tempo pela linha espacial dos signos gráficos (SAUSSURE, 2012). Na maioria dos indivíduos as impressões visuais são mais nítidas e mais duradouras que as impressões acústicas; logo, eles se apegam, de preferência, às primeiras. A imagem gráfica acaba por impor-se à custa do som (SAUSSURE, 2012), o que explica o prestígio da escrita.

O princípio da linearidade, que se aplica às unidades do plano das expressões (fonemas, sílabas, palavras), por serem estas emitidas em ordens lineares ou sucessivas na cadeia da fala, caracteriza o princípio das relações sintagmáticas.

## 2.2 RELAÇÕES SINTAGMÁTICAS E PARADIGMÁTICAS

As relações entre os termos linguísticos se desenvolvem em duas esferas diferentes, cada uma é geradora de certa ordem de valor e a oposição das duas ordens nos faz entender melhor a natureza de cada uma. Cada uma das esferas corresponde à nossa forma de atividade mental, sendo as duas indispensáveis para a vida da língua (SAUSSURE, 2012).

A primeira esfera diz respeito ao que Saussure (2012) chama de “sintagma” ou “relações sintagmáticas”. Cada termo de um discurso estabelece entre si uma relação baseada no caráter linear da língua, como já citado, e essa relação exclui a possibilidade de pronunciar dois termos ao mesmo tempo. Em resumo, nas relações sintagmáticas, cada elemento da fala se alinha, um após o outro e, um termo só adquire sentido, porque se relaciona com o anterior ou posterior.

A segunda esfera é a das relações “paradigmáticas”, ou “relações associativas” como chamada por Saussure. As relações paradigmáticas são bem distintas da anterior. São aquelas que têm por base a extensão, sua sede está no cérebro, ela se encontra fora do discurso, ou seja, são palavras que oferecem algo em comum, ou possuem o mesmo sentido, que podem ser associadas na memória de cada indivíduo (SAUSSURE, 2012). Assim, a palavra ensino por exemplo, faz surgir inconscientemente uma série de outras palavras (educação, aprendizagem, ensinar e etc.), e todas têm entre si algo em comum.

As relações sintagmáticas dizem respeito à combinação entre dois ou mais termos presentes em um discurso, enquanto as relações paradigmáticas dizem respeito à união mental entre um único termo do discurso a uma série de outros termos que guardam entre si algum tipo de similaridade. A linguagem articula de modo combinado os eixos verticais associativos (paradigmas) e os eixos horizontais e extensivos (sintagmas), produzindo cada um desses eixos formas mentais necessárias ao discurso (BARTHES, 1974).

A estrutura da linguagem do eixo sintagmático é a combinação de signos com uma disposição sequencial. Ao expressar “O carro é muito velho” existe uma sequência da ação para esta sentença que exprime uma mensagem dentro de determinados limites lógicos. É possível articular “Muito velho é o carro” ou “É muito velho o carro”, mas torna-se ilógica e sem sentido uma expressão como “Muito carro

o é velho”. No sintagma, há um encadeamento no sistema falado que exprime essas possibilidades (COELHO NETO, 2003). O sintagma age sob a lógica da contiguidade, do arranjo de palavras, das suas combinações possíveis para formar o significado.

Para o eixo paradigmático, a construção da linguagem advém de um esquema associativo, em que cada unidade significativa (monema) possui um repertório que se encaixa conforme o eixo extensivo aumenta. Assim, no exemplo anterior, carro poderia ser substituído por “caminhão”, “moto” ou “automóvel” e o adjetivo ser alterado para “novo”, “lento”. O paradigma se constrói através de representações possíveis de serem conectadas ao construir uma frase e essas unidades significantes se associam na memória criando um repertório (BARTHES, 1974). O eixo paradigmático age sob a lógica de similaridade, do repertório de significados e das associações por semelhança.

A língua apresenta diversas unidades independentes como: “sim”, “não”, obrigado, (SAUSSURE, 2012), mas, via de regra, não conseguimos exprimir ideias complexas a partir de unidades simples. O todo de uma frase vale pelas suas partes, assim como suas partes têm um valor em virtude da significação de seu todo (SAUSSURE, 2012). Portanto, surge uma relação recíproca entre cada elemento individual de uma frase com o significado geral da mesma. Uma expressão é geralmente uma massa de signos articulados, em grupos de signos, que são organizados em unidades maiores (frases, parágrafos) que também são signos.

Uma frase relaciona necessariamente o eixo associativo e o eixo extensivo. A semiologia saussuriana elevou a linguística para um estudo em que os indivíduos se comunicam por signos com uma estrutura, mesmo que seja de forma inconsciente. A compreensão das formas de constituição dos enunciados se torna um referencial essencial para compreender como os indivíduos formam e desenvolvem os conceitos, nos seus planos de expressão e em suas imagens psíquicas dos conteúdos (PERUCCI, 2015).

### 2.3 ESTABELECENDO RELAÇÕES ENTRE O EIXO TEÓRICO E A PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

Com base nas definições de signo abordadas no início deste capítulo, podemos entender o signo como um enunciado complexo, o qual se compõe de vários signos. Para compreender um signo, neste sentido, é necessário rever

constantemente o significado das palavras em diferentes tipos de contextos. No contexto de um enunciado de um conceito científico, o processo de significação vai além de sua definição. Aprender um signo científico não pode ser isolado do sistema de signos em que seus respectivos significados se entrecruzam (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013).

Sendo assim, esforços na busca de relações, combinações, coordenações e construção de enunciados científicos equivalentes, em que predominam as regras de coerência temática e associação por similitude ou contiguidade, são utilizados como forma de ultrapassar aprendizagens mecânicas e por memorização (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013). Referindo-se à aprendizagem científica, o fundamental a destacar a partir de agora, é o uso das relações sintagmáticas e paradigmáticas como proposta metodológica. Por meio destas, espera-se obter um aprofundamento conceitual e a possibilidade de acompanhar o desempenho alcançado pelos aprendizes (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013).

A utilização das relações linguísticas (sintagmáticas e paradigmáticas) sobre proposições científicas mostra-se como uma alternativa metodológica adicional para que conhecimentos sejam internalizados. As relações sintagmáticas e paradigmáticas, situadas como um caso particular de operação semiótica de tratamento, vão ao encontro com o que Bakhtin denomina de compreensão genuína (VOLOSCHINOV, 1992).

No eixo sintagmático, o aprendiz por contraste, exclusão lógica e reconhecimento das unidades significantes, modifica o registro exprimindo suas possibilidades, evidenciando as contingências das formas adequadas de expressão. Paralelamente, o eixo paradigmático mostra o repertório do aprendiz para cada termo utilizado, evidenciando quais relações de similaridade podem ser expressas. Vale ressaltar que a linguagem científica exige do estudante outro repertório de palavras, muitas vezes bem diferentes daquele usado em seu cotidiano (PERUCCI, 2015).

O uso dessa metodologia leva o aprendiz a compartilhar uma resposta orientada em relação ao contexto da enunciação ensinada (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013). Segundo Bakhtin, a cada palavra da enunciação que estiver em processo de compreensão, deve-se fazer correspondência com uma série de palavras próprias e quanto mais numerosas e substanciais forem, mas profunda e real será sua compreensão (BAKHTIN apud VOLOSCHINOV, 1992).

Tendo como foco a modalidade verbal escrita, e fazendo uso das relações paradigmáticas e sintagmáticas como ferramenta, enunciados científicos são modificados pelo aprendiz, dispensando deste maior tempo, atenção e concentração para com os conceitos que o enunciado deseja reportar, evitando leituras apenas superficiais (LABURÚ; BARROS; SILVA, 2013).

Como ficará mais claro na próxima seção, a intenção do uso das relações linguísticas se encontra na posterior produção, pelo aprendiz, de paráfrases autênticas, legitimando uma aprendizagem com significado ou, em termos bakhtinianos, uma compreensão genuína.

### 3 FUNDAMENTOS DA PARÁFRASE

Evidenciamos, no capítulo anterior, o uso das relações paradigmáticas e sintagmáticas como estratégia de ensino, que intenta construir um aprofundamento conceitual por parte dos aprendizes e possibilitar que o professor acompanhe o modo como esse aprendiz conceitua determinado conteúdo. O uso de atividades envolvendo os eixos estruturantes da linguagem tornam-se etapas do processo de aprendizagem e ensino, que induz o estudante a compartilhar respostas orientadas em relação aos conteúdos que lhes são apresentados.

Modificações nos eixos sintagmáticos e paradigmáticos são utilizadas assim, como ferramenta para atividades oportunas de reconstrução dos enunciados científicos. O aprendiz, por contraste, exclusão lógica e reconhecimento das unidades significantes permitidas por atividades envolvendo as relações sintagmáticas e paradigmáticas, pode modificar um registro original e realizar paráfrases que mantenham o mesmo significado geral do conceito (PERUCCI, 2015).

A paráfrase é defendida como uma forma de apropriação autônoma e singular do discurso pelo aprendiz frente a uma proposição científica, em que se intenciona guardar uma correspondência de significado. Paráfrase é, por senso comum, um texto em que se pretende manter o sentido que foi exposto em outro texto, por meio de arranjos lexicais ou sintáticos. Conforme expõe Ilari (2001, p. 151), seria uma apresentação de “alternativas de expressão para um mesmo conteúdo”.

Em consonância com o objetivo de ensinar e aprender Ciências, a habilidade de se produzir paráfrase se mostra relevante, visto que, no campo científico, diversos conteúdos não são apresentados em linguagem familiar e, portanto, não se mostram acessíveis a todos os aprendizes. Sendo assim, estimular o aluno a indagar o sentido de palavras desconhecidas e levá-los a expressar-se sobre determinados assuntos científicos, de forma pessoal, é um importante exercício de leitura e compreensão profunda das ideias que perpassam o texto.

O ato de parafrasear está presente em diversas situações sociais, nas quais somos chamados a reproduzir opiniões de terceiros ou informações de outros textos, em que nem sempre é possível reproduzir literalmente o que foi ouvido anteriormente, nos exigindo recorrer ao conhecimento lexical que possuímos. Garcia (2010) defende que, a melhor forma de adquirir vocabulário, ou, nos termos de

Saussure, (2012) aumentar o repertório, é quando partimos de uma experiência real, pois ela permite assimilar satisfatoriamente conceitos e ideias que traduzam impressões vivas. Por essa razão, a produção de paráfrases se mostra um recurso favorável a reflexões acerca do léxico, visto que parafrasear é ação comum em nosso cotidiano.

A fim de embasar a noção de paráfrase, buscamos a seguir apresentar alguns referências teóricos que analisam o fenômeno parafrástico, como Sant'Anna (2007), Meserani (2002), Ilari (2001), Hilgert (2006), Garcia (2010), Fuchs (1985, 1982), dentre outros, para posteriormente contextualizar o uso da paráfrase para os fins propostos nesta dissertação.

### 3.1 NOÇÕES GERAIS DE PARÁFRASE

Quando falamos de paráfrase, falamos também de intertextualidade, polifonia e de heterogeneidade, que são características do dialogismo, abordado por Bakhtin (1990). Esses conceitos fazem parte do mesmo paradigma e se unem na construção textual, dando origem a uma teia discursiva. Diversos autores discutem ao longo do tempo a respeito da paráfrase e as concepções sobre este tema têm evoluído, assim como evolui a própria linguagem.

Sant'Anna (2007, p. 17), cita o dicionário de Beckson e Ganz (1965), assumindo a definição de paráfrase como “ a reafirmação, em palavras diferentes, do mesmo sentido de uma obra escrita”. Segundo o autor, a paráfrase pode ser vista como um discurso no qual “alguém está abrindo mão de sua voz para deixar falar a voz do outro” (SANT'ANNA, 2007, p. 28 e 29). Ao reestruturar e redizer determinados sentidos, o sujeito parafraseador age sobre o texto, dando origem a um novo discurso que exigiu de seu produtor criatividade e trabalho reflexivo capaz de provocar novas percepções para o já dito, caso contrário não há paráfrase, mas plágio e reprodução (FERREIRA; LINGU, 2009).

Garcia (2010) enfatiza a relevância da paráfrase como “exercício dos mais proveitosos” ao aprimoramento vocabular, oportunizando reflexões acerca da reestruturação de frases e relações sinonímicas. Segundo o autor, a paráfrase pode ser vista como:

[...] uma espécie de tradução dentro da própria língua, em que se diz, de maneira mais clara, num texto B, o que contém um texto A, sem comentários marginais, sem torneios de frase e, tanto quanto possível, com outras palavras, e de tal forma que a nova versão, que pode ser sucinta sem deixar de ser fiel, evidencie o pleno entendimento do texto original (GARCIA, 2010, p. 201).

Meserani (2002), diferentemente, afirma que a paráfrase tem a função de se remeter a uma outra obra que lhe é anterior, afim de reafirmá-la, esclarecê-la, deixando a intertextualidade marcada. Um texto sempre traz marcas de outros textos, tornando-se um objeto heterogêneo que “revela uma relação radical de seu interior com seu exterior; e, desse exterior, evidentemente, fazem parte outros textos que lhe dão origem, que o predeterminam, com os quais dialoga, retoma, alude ou a que se opõe” (KOCH, 1997, p. 46). Nessa perspectiva teórica, podemos compreender a paráfrase como uma retomada explícita e consciente de outro texto, utilizando-o como matéria prima para uma nova produção. Sant’Anna (2007, p.28) diz que “falar de paráfrase é falar de intertextualidade das semelhanças”. As novas produções mantem a mesma perspectiva do texto parafraseado, contudo não é o mesmo texto, mas sim um novo discurso permeado de criatividade e trabalho.

Sendo assim, para produzir uma paráfrase é necessário se desvencilhar da sinonímia discursiva do texto original e usar a criatividade para produzir o novo discurso, sem deixar de lado a perspectiva do texto original. Fuchs (1982 apud. MESERANI, 1995 p. 109), afirma que “parafrasear é entregar-se a uma atividade de reformulação pela qual se restitui o sentido de um discurso já produzido (...)”, ou seja, estabelece-se uma relação entre a paráfrase com o texto anterior e assim estabelece também a relação de intertextualidade (FERREIRA; LINGU, 2009).

Conforme Meserani (2002), e tendo em vista as semelhanças entre a paráfrase e o texto parafraseado, é possível classificá-la em dois tipos: a) Paráfrase reprodutiva e b) Paráfrase criativa.

A paráfrase do tipo reprodutiva é a tradução quase literal de um outro texto. Ela reproduz o conteúdo do texto de origem, sem expandir ideias. Na reprodução o objetivo é reescrever o que for relevante da obra, é uma espécie de síntese e não se pode falar em criatividade, já que as modificações estão basicamente “no eixo de substituições semânticas, da sinonímia” (MESERANI, 2002). Nosso foco principal não é esta categoria, visto que pouco faz evoluir a linguagem e o sujeito produtor.

Já a paráfrase criativa pode ser classificada, de acordo com Meserani (MESERANI, 2002, p.108), como aquela que “ultrapassa os limites da simples

reafirmação ou resumo do texto original”, indo além da simples transcrição literal. Esse tipo de paráfrase se desdobra e se expande em novos significados, se afastando do texto original, porém, com a mesma perspectiva. Enquanto a paráfrase reprodutiva se aproxima da reprodução, a paráfrase criativa dá origem a um novo discurso, sem divergir do texto que o antecedeu. (FERREIRA; LINGU, 2009)

Parret (1998, p. 226) também fala sobre o funcionamento da paráfrase, apontando que “a transposição parafrástica é reconstrutiva, e não construtiva”, enfatizando que esta produz um novo discurso, mas o mantém ligado ao anterior. Fuchs (1982) também traz contribuições a respeito da paráfrase por meio de uma perspectiva linguística. A autora caracteriza a paráfrase como um exercício de interpretação e reformulação, e ao mesmo tempo, atividade de produção do enunciado que recria e modifica um texto-fonte. Ela delimita três perspectivas para o estudo das paráfrases: a formalista, a sinonímia e a paráfrase como reformulação e interpretação. A formalista toma as questões lógicas, se a paráfrase tem termos de equivalência em relação ao conteúdo original. A sinonímia verifica se há relação de sentido ou apenas proximidade semântica. Por último, a terceira perspectiva busca verificar se ao articular o discurso, com vias de reformulação, o conteúdo original continua o mesmo depois de ser parafraseado.

O que é comum a esses autores e proveitoso para a aprendizagem de Ciências, é a possibilidade de reconstruir conceitos, compartilhando significados dentro de uma produção cientificamente equivalente a outra já estabelecida. Assim, um enunciado científico já estabelecido pode não apenas ser copiado ou memorizado, mas estimulado em suas relações lógicas para que se expressem suas possibilidades, evidenciando as contingências das formas adequadas de expressão (PERUCCI, 2015).

### 3.2 PARÁFRASE COMO METODOLOGIA AVALIATIVA

Como já citado no capítulo anterior, atividades envolvendo os eixos sintagmáticos e paradigmáticos podem contribuir para a internalização de conceitos científicos, visto que requer do aprendiz uma busca por significações de palavras chave e reconhecimento das unidades significantes e suas articulações, possibilitando a modificação do registro original. Visto isso, é possível que esse tipo de atividade seja uma boa aliada na elaboração de paráfrases, já que estimula relações lógicas para que o aprendiz exprima suas possibilidades.

Uma estratégia de ensino que envolva relações sintagmáticas e paradigmáticas, aliadas à produção de paráfrases requer que o aprendiz negocie significados, dentro de uma resposta cientificamente equivalente ao texto original. Bakhtin (1983) indica que a autonomia do discurso provém da relação entre significados, e parece ser correlato à ideia geral de apropriação de Vygotsky (2004) sobre a fala genuína, que necessita internalizar conceitos, para que não sejam apenas repetidos ou imitados.

Em termos de Duval (1999), isso equivale a realizar um tratamento do registro semiótico escolhido, ao modificar conceitos e enunciados chave em uma estratégia de ensino. A paráfrase do conceito poderia se aproximar do que Bakhtin (1983) chama de compreensão genuína, ao reconstruí-lo dentro de seu campo conceitual e construir condições favoráveis para internalizar o discurso.

Além de se mostrar uma estratégia de aprendizagem potencial, o uso da paráfrase pode facilitar para o professor acompanhar o nível de sucesso do estudante em conceituar determinado conteúdo. Por meio dela, o professor possui um mecanismo de avaliação da aprendizagem para identificar se as representações não são apenas imitadas e não apropriadas.

## 4 A RELEVÂNCIA DO ENSINO DE QUÍMICA

A sociedade moderna depende da energia para sua existência. Quase toda a energia da qual dependemos é derivada de reações químicas, como a queima de combustíveis fósseis; as reações químicas ocorridas em baterias ou a formação de biomassa pela fotossíntese (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005). A Termoquímica engloba “o estudo e as aplicações das leis que governam as relações entre as transformações químicas, com todos os aspectos energéticos a ela associados” (CHAGAS; AIROLDI, 1981).

Uma das grandes preocupações da atualidade é a produção, distribuição e o consumo de energia. Essa preocupação se estende tanto para o âmbito industrial quanto agrícola, doméstico, meios de transporte entre outros (CHAGAS, 1999). Enquanto ciência, a Química é a responsável por estudar “as propriedades, a constituição e as transformações dos materiais e das substâncias” (MORTIMER; MACHADO, 2007, p. 28) e por lidar com os aspectos energéticos, já que todos os processos químicos, físicos e até biológicos envolvem trocas de energia.

Embora a questão energética esteja tão presente em nossa realidade, estudos indicam grandes dificuldades dos estudantes a respeito dos conceitos envolvidos nas transformações químicas, como: calor, energia, temperatura (MORTIMER; AMARAL, 1998) e combustão (SILVA; PITOMBO, 2006).

A Termoquímica envolve o uso dos conceitos de energia, calor e temperatura, que já estamos acostumados a usar em nosso dia-a-dia e, embora sejam comuns, tais conceitos apresentam significados diferentes no âmbito científico e no cotidiano, como é o caso da compreensão de calor como substância e diretamente proporcional à temperatura, decorrente do modo como os estudantes expressam esses fenômenos no cotidiano (MORTIMER; AMARAL, 1998), quando, na verdade, não corresponde ao conceito científico de calor que se “relaciona com a diferença de temperatura entre dois sistemas” (MORTIMER e MACHADO, 2011, p. 60).

Como resultado temos uma confusão de conceitos científicos e cotidianos, fazendo com que o aprendiz não consiga perceber claramente os limites e contextos da aplicação de um e de outro (MORTIMER; AMARAL, 1998). Torna-se necessário então, busca por alternativas de ensino que favoreçam a ressignificação desses conceitos, de modo que os aprendizes possam perceber as diferenças e as relações entre as concepções cotidianas e os conceitos científicos. Nessa direção, são

apresentados a seguir conceitos fundamentais da Termoquímica, bem como os desafios encontrados no ensino desse conteúdo.

#### 4.1 ASPECTOS GERAIS E OS DESAFIOS NO ENSINO DE TERMOQUÍMICA

A Termoquímica é a área que 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).

A respeito da compreensão da Termoquímica, os conceitos científicos de calor, energia e trabalho necessitam ser considerados. A energia é entendida como uma medida da capacidade de realizar trabalho; o calor como a energia transferida de um sistema para outro em decorrência de uma diferença de temperatura e, por fim, o trabalho como o movimento contra uma força oposta (ATKINS; JONES, 2006). Como exemplo temos a eletricidade, que “pode ser transformada em trabalho por meio de motores que fazem girar polias” (SANTOS; MÓL, 2005, p. 369).

A relação entre a transformação química e a energia se mostra de diversas formas. As reações que envolvem alimentos e combustíveis liberam energia e são chamadas de reações exotérmicas. Em contrapartida, a quebra da água em hidrogênio e oxigênio demanda absorção de energia elétrica e é chamada de endotérmica. Da mesma maneira, o processo químico da fotossíntese converte a energia radiante do sol em energia química. Os processos químicos podem fazer mais do que simplesmente gerar calor; eles podem realizar trabalho, como acionar a ignição de um automóvel. O que se pode concluir é que a mudança química geralmente envolve energia (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005).

A energia transferida para um sistema, na forma de calor, pode ser medida em um calorímetro a partir da capacidade calorífica do sistema. Calorímetro é um instrumento científico que tem por destino a medição das variações de energia em sistemas onde a temperatura tem um papel relevante (CHAGAS, 1999) e calorimetria é a medida da quantidade de calor liberado ou absorvido durante as reações físicas ou químicas (SANTOS; MÓL, 2005).

Nesse contexto é trabalhada, dentro do conteúdo de Termoquímica, a energia térmica nas transformações químicas e físicas. No sistema SI, a unidade de energia é o joule, mas usamos também uma unidade mais familiar e mais antiga, a caloria.

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 do 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 Endotérmicas são aquelas que absorvem calor (FONSECA, 2001).

Calor é uma forma de energia que se transfere de um sistema para outro quando esses estão em temperaturas diferentes, é uma forma de energia em trânsito. O calor é uma das formas de energia mais comuns que existem, sendo que a maioria das reações químicas envolvem a perda ou ganho de calor (energia). A queima do carvão, as reações que ocorrem em uma pilha e a digestão dos alimentos são exemplos de reações químicas em que ocorrem a liberação de calor (energia). Já o cozimento de alimentos, a fotossíntese, a evaporação da água são exemplo de reações que absorvem calor (energia) (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005). Embora essas reações e processos sejam extremamente importantes para a vida no planeta e também muito frequentes no cotidiano, estudos apontam para os desafios encontrados no ensino e na aprendizagem desses conceitos.

A Termoquímica tem a reputação de ser um dos conteúdos mais difíceis de aprender dentro do conteúdo mais abrangente de Química. É um assunto que exige compreensão e construção conceitual que requer do aprendiz grande quantidade de pensamento. Apesar da importância da Termoquímica como base para a Química, a maioria dos estudantes passam pelo curso e carregam diversos equívocos relacionados a essa área (SOKRAT et al., 2014).

A compreensão dos fenômenos térmicos pelos alunos tem sido objeto de considerável investigação na literatura sobre educação científica. A maior parte desta investigação tem sido no contexto de estudantes pré-universitários, tanto nos níveis secundário como pré-secundário (ERICKSON, 1979, 1980; LEWIS; LINN, 1994; GREENBOWE; MELTZER, 2003). Esses estudos caracterizam as concepções estudantis, desde o ensino básico até a graduação, sobre calor e temperatura, energia e as leis da termodinâmica.

No trabalho realizado por Furió Gómez e Furió Más (2016), os autores analisam as dificuldades conceituais e epistemológicas que os alunos de pós-

graduação em Termoquímica possuem. Nele, verificou-se que a maioria dos alunos não sabe delimitar no nível macroscópico os sistemas que interagem e não usam o conceito de energia interna ou a primeira lei da termodinâmica em processos físicos e químicos. Poucos desses professores usam raciocínio submicroscópico para explicar esses efeitos nas mudanças físicas e químicas, e quando o fazem, a maioria de suas explicações são incorretas. Se os conteúdos, como a energia interna e entalpia, são complexos até mesmo entre estudantes de graduação e pós-graduação, é lógico pensar que as dificuldades de compreensão aparecem também, e mais evidentes, nos estudantes do ensino básico.

A pesquisa em educação científica mostra que estudantes tanto do ensino básico quanto da graduação têm dificuldades consideráveis na diferenciação entre energia térmica e temperatura (ERICKSON, 1979, 1980; WISER, 1988; LEWIS; LINN, 1994; JONES; CARTER; RUA, 2000; TABER, 2000; LABURÚ; NIAZ, 2002; NIAZ, 2006). Na maioria desses estudos, os alunos interpretaram o calor como uma substância, que poderia ser adicionada ou removida de um objeto, muito semelhante à teoria calórica realizada pelos cientistas no século XVIII (BRUSH, 1986).

Niaz (2006) traz em seu estudo a diferenciação que os estudantes de graduação fazem sobre calor, temperatura e energia. Os resultados obtidos neste estudo mostram que mesmo depois de terem estudado a Termoquímica em um curso introdutório de calouros, os alunos têm dificuldades consideráveis na diferenciação entre energia térmica e temperatura. O estudo também aponta que, aparentemente, os alunos resistem às mudanças em algumas crenças epistemológicas básicas, como no caso da teoria calórica.

Roon, Sprang e Verdonk, (1994) também tratam da dificuldade da distinção entre os conceitos de calor e trabalho. Em sua investigação, os autores trazem as dificuldades que os estudantes de primeiro ano de uma universidade exibiram quando "forçados" a usar "conceitos" termodinâmicos, ou melhor, "palavras", em um contexto termodinâmico. Os autores reforçam a ideia de que o "trabalho" e o "calor" são palavras que parecem familiares para todos, desde linguagem comum. O que pode ser um dos fatores que proporcionam concepções erradas sobre os termos envolvidos na Termoquímica.

Mortimer e Amaral (2001), consideram inviável extinguir as concepções cotidianas dos alunos sobre calor e temperatura, sendo que estão enraizadas na linguagem, já que existem diversas situações a que essas concepções são utilizadas

com sucesso. Nas palavras de Mortimer e Amaral (2001, p. 30): “Afinal, mesmo os cientistas entendem perfeitamente o que se quer dizer com uma expressão como agasalho bem quente”. Embora saibamos que o agasalho não é quente, e sim apenas um bom isolante térmico, seria no mínimo desconcertante pedir em uma loja um agasalho feito de um bom isolante térmico que impeça o nosso corpo de perder calor para o ambiente. Já que não podemos deixar essas concepções de lado, o ideal é que se ofereça ao aprendiz a capacidade de distingui-las do conceito científico (AMARAL; MORTIMER, 2001).

Parece que, como professores de ciências, devemos estar conscientes das dificuldades associadas à diferenciação entre energia, temperatura e calor e à consequente necessidade de ensinar a Termoquímica efetivamente para facilitar a compreensão conceitual. Por isso, devemos rever e reconsiderar os conceitos que devem ser adaptados em todas as atividades, intencionando uma aprendizagem profunda, mudando a ideia de avaliar só a compreensão superficial e a memorização, mas a capacidade dos alunos para analisar, resumir, resolver problemas e tomar decisões. Para isso, é crucial fornecer ao aprendiz os meios necessários para alcançar tal objetivo.

O presente trabalho se circunscreve exatamente no sentido de utilizar-se da Linguística para propiciar a apropriação de conteúdo-chave de Termoquímica, focando-se em um aspecto conceitual, com a finalidade de dar significado a novos termos apresentados e ressignificar termos já conhecidos para superar a confusão entre significados científicos e cotidianos.

## 5 METODOLOGIA E AMBIENTE DE PESQUISA

O método de estudo proposto para o desenvolvimento da pesquisa combina aspectos qualitativos na coleta de dados e nos procedimentos de análise, e aspectos quantitativos, por meio de pré-testes e pós-testes, constituindo dois momentos de avaliação comparáveis.

Nas próximas seções, apresentaremos o contexto do estudo e seus respectivos participantes, os instrumentos de coleta de dados, delinearemos os recursos didáticos enfatizando os objetivos e papéis desempenhados pelas relações linguísticas (sintagmáticas e paradigmáticas) na atividade instrucional, o uso da paráfrase, a fim de identificar o conhecimento mantido pelos aprendizes e, por fim, a metodologia da análise estatística.

### 5.1 PÚBLICO ALVO E CONTEXTO DO ESTUDO

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede estadual de ensino na cidade de Londrina-PR, entre os meses de setembro e outubro de 2017. As atividades foram realizadas em quatro semanas, sendo que, em cada semana, foram realizados dois encontros; totalizando oito encontros.

A amostra pesquisada constituiu-se de 33 estudantes, com idade entre 17 e 19 anos, em uma turma de 3º ano do Ensino Médio. Para fins quantitativos serão utilizados os dados do pré-teste e do pós-teste de 29 estudantes, sendo isto justificado pelo fato de que apenas estes realizaram todas as atividades, incluindo o pré-teste e pós-teste.

Por conveniência, e para alcançar os fins desta investigação, delimitamos apenas dois estudantes para apresentar a análise qualitativa. Todos os estudantes tiveram suas atividades analisadas, porém, a escolha dos dois estudantes se deu por estes melhor representarem os resultados, o potencial e os limites da metodologia.

A turma tinha como característica uma baixa participação, e embora os estudantes conversassem bastante, durante as explicações se mantiveram concentrados. Havia uma parcela da turma que não parecia prestar a atenção e que não realizou todas as atividades propostas, porém, outra parcela foi mais atenta e, além de realizar as atividades sempre tiravam dúvidas. A professora regente da

turma, bem como outros professores da escola, relataram que essa turma era bem heterogênea, tendo alguns alunos bastante empenhados e outros que não se interessavam.

## 5.2 DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA DIDÁTICA

Antes das atividades, houve uma integração com o planejamento realizado pela professora regente da turma e, propositalmente, se esperou o início de um novo conteúdo para começar a pesquisa. O conteúdo proposto pela professora foi “Termoquímica”. A pesquisadora ficou responsável por trabalhar todo o conteúdo com os estudantes, mesmo que só uma parcela tenha sido utilizada para os fins da pesquisa. Embora a pesquisadora tenha assumido as aulas, a professora regente da turma acompanhou todo o desenvolvimento da unidade didática, tendo realizado suas avaliações regulares durante as aulas da pesquisadora.

A produção discursiva sintagmática e paradigmática passou por um planejamento antes da sua execução. Fez parte do planejamento a preparação da turma de alunos. Para que os estudantes se habituassem a usá-la e dúvidas sobre sua utilização pudessem ser esclarecidas, foram encaminhadas produções sintagmáticas e paradigmáticas coletivamente. Para isso, foi colocado no quadro a seguinte frase de senso comum:

**“Alguém comprou um carro novo hoje”.**

A partir desta frase, solicitou-se que os estudantes fizessem modificações no eixo paradigmático e sintagmático. Com esse exemplo, foram solicitadas associações a partir dos termos destacados acima. Várias associações foram feitas, como “ele” no lugar de alguém, “automóvel” no lugar de carro, “zero” no lugar de novo e, assim por diante.

Também realizou-se o tratamento no eixo sintagmático, no qual a frase foi reorganizada quanto à ordem das palavras. A frase ficou da seguinte forma: “Um carro novo hoje alguém comprou”. A todo momento reforçou-se a ideia de que, embora alterações fossem feitas, o sentido da frase inicial deveria ser mantido.

Tendo habituado os estudantes às atividades sintagmáticas (S) e paradigmáticas (P), passamos então à produção de uma paráfrase. Explicou-se a

sua significação e como se distancia da frase original, sem que esta perca o sentido ou o conteúdo que veicula. Como os aprendizes mostraram certa dificuldade, colocou-se um exemplo no quadro de uma paráfrase da frase anterior, com a qual foram realizadas as atividades sintagmáticas e paradigmáticas. Exemplo: “João foi à concessionária hoje pela manhã e escolheu um automóvel novo, já que o seu antigo estava dando muito prejuízo”.

Como ponto de partida da estratégia didática, realizou-se um pré-teste com a finalidade de identificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o conteúdo de Termoquímica. O pré-teste foi utilizado também como parâmetro para comparação com o pós-teste e analisado por meio de testes estatísticos. Feito isso, deu-se início à unidade didática de Termoquímica.

No decorrer das aulas, sucederam-se atividades de tratamento do eixo sintagmático (S) e paradigmático (P), referentes a sentenças que expressavam os conceitos-chave pertinentes a cada aula. Foram propostas quatro sentenças, sendo cada uma delas interligadas em um grau crescente de complexidade. O Quadro 1, a seguir, resume a sequência de atividades realizadas:

**Quadro 1** - Sequência de atividades realizadas.

	<b>Atividades</b>	<b>Objetivo(s) das atividades</b>
<b>1ª aula</b>	Pré-teste	Identificar os conhecimentos prévios
<b>2ª aula</b>	Texto introdutório, debate e aula expositiva	Trabalhar o conceito de calor e transferência de energia
<b>3ª aula</b>	Aula expositiva e resolução de exercícios	Abordar o funcionamento de um calorímetro e introduzir o conceito de entalpia
<b>4ª aula</b>	Aula expositiva, resolução de exercícios e atividades S e P referente à sentença 1	Trabalhar o conceito de entalpia e variação de entalpia
<b>5ª aula</b>	Aula expositiva, cálculos, construção de esquemas e gráficos	Trabalhar a variação de entalpia em reações químicas e nas mudanças de fase
<b>6ª aula</b>	Atividades S e P referentes às sentenças 2 e 3	Trabalhar os conceitos de reações endotérmicas e exotérmicas
<b>7ª aula</b>	Retomada dos conceitos trabalhados, discussão das atividades S e P realizadas e introdução a Lei de Hess	Esclarecer dúvidas e superar possíveis confusões sobre os conceitos abordados
<b>8ª aula</b>	Aula expositiva, construção de gráficos, equações globais, realização de cálculos e atividade S e P referente à sentença 4	Definir a Lei de Hess
<b>9ª aula</b>	Pós-teste	Identificar as apropriações realizadas

**Fonte:** o próprio autor.

Na primeira aula, após o pré-teste, trabalhou-se um texto introdutório intitulado “Energia e os Processos Químicos”, (Apêndice A) que tratava das formas de energia encontradas no nosso dia-a-dia, a importância da energia na manutenção da vida e da evolução da tecnologia, as implicações ambientais das fontes de energia que utilizamos e como ela nos afeta. Após a leitura, houve um debate quanto as questões pertinentes ao texto e dito que o ramo da química que estuda esse tema e a energia envolvida nesses processos é denominada Termoquímica.

O primeiro item trabalhado após a introdução do assunto foi o conceito de calor, discutido anteriormente nessa dissertação. O conceito de calor, embora pareça simples, requer atenção e cuidado, visto que pode carregar concepções cotidianas que se confundem com as científicas. Trabalhou-se também as questões de transferência de energia. De maneira resumida: a energia transferida entre dois corpos que têm temperaturas diferentes é denominada calor (BROWN; LEMAY;

BURSTEN, 2005).

Na segunda aula, não houve realização das atividades S e P, já que se tratava de uma aula de caráter introdutório. Nessa aula, também se discutiu sobre processos que liberam e que absorvem calor. Esses processos são chamados respectivamente de exotérmicos e endotérmicos. Para essa aula, foram levadas imagens que contextualizavam esses conceitos, de modo que os estudantes pudessem, após a explicação, identificar quais imagens mostravam um processo exotérmico e quais mostravam um processo endotérmico.

Na terceira aula, mostrou-se o funcionamento de um calorímetro, com uma imagem detalhada para a explicação e, posteriormente, realizaram-se cálculos de caloria, similares àqueles que são feitos em um calorímetro. Os exemplos utilizados foram a queima de alguns tipos de alimentos e, a partir de valores reais encontrados na literatura, os estudantes puderam calcular a caloria contida em cada um. Vale ressaltar que as unidades para o cálculo de calorias já haviam sido trabalhadas pela professora regente da turma. Ainda nessa aula, iniciou-se o estudo dos conceitos de “entalpia” e “variação de entalpia”, utilizando uma analogia ao saldo bancário, visando facilitar o entendimento. Logo em seguida, abordou-se os conceitos em reações químicas.

Na quarta aula, os conceitos de entalpia e variação de entalpia foram retomados, incluindo cálculos e representações gráficas. Após a conceituação, e tendo sido realizados alguns exercícios do cálculo da variação de entalpia, realizaram-se as atividades S e P referentes à sentença 1. O seguinte conceito-chave foi trabalhado:

**Sentença 1:** *A variação de entalpia ( $\Delta H$ ) de um sistema informa a quantidade de calor trocado por esse sistema, a pressão constante. Alguns químicos chamam o  $\Delta H$  de “calor de reação”.*

No momento de realizar as atividades S e P, os estudantes receberam indicações de alguns termos sublinhados, para que encontrassem outros a eles relacionados, como no exemplo a seguir:

A variação de entalpia de um sistema informa a quantidade de energia trocada



por esse sistema, à pressão constante. Alguns químicos chamam o  $\Delta H$  de “calor de reação”.



A primeira atividade, a das relações paradigmáticas, ou seja, a das associações que os estudantes fizeram da palavra destacada com outras do seu próprio repertório, teve como objetivo mostrar as concepções por eles internalizadas. Nelas foi possível identificar tanto se houve apropriações quanto ao repertório de palavras científicas, como também se ainda havia confusão entre palavras do cotidiano que, embora pudessem parecer ter o mesmo significado, dentro de um discurso científico não se mostravam válidas.

Na segunda atividade, para o eixo sintagmático, orientou-se que os estudantes realizassem a troca das posições das palavras, tentando não substituir nem adicionar palavras. Estas, por sua vez, foram capazes de demonstrar a relação entre cada palavra da sentença, ou seja, para que o estudante remontasse a sentença, ele precisava entender a relação de cada palavra com a anterior e a posterior, caso contrário esta perde o sentido e não passa a mesma mensagem da original.

Para a correção das atividades seguiram-se os seguintes critérios. Primeiro, se as relações sintagmáticas e paradigmáticas produzidas preservavam o significado do enunciado estudado, mantendo-se fiéis a ele. Segundo, para o eixo paradigmático, foi considerado como correto se o termo substituído estava de acordo com o da sentença original e se guardava equivalência válida com o significado científico em sua substituição. Quanto às relações sintagmáticas, fixou-se atenção na complexidade das combinações e na preservação da coerência sintática, vinculada à manutenção semântica, das ordenações dos monemas. Por fim, uma comparação das produções dos sujeitos foi realizada. Sendo assim, considerou-se um aprendizado superior quando os aprendizes, comparativamente entre si, apresentavam, sob a ótica dos critérios, transformações mais elaboradas em termos de conteúdo.

Após cada aula, as atividades foram corrigidas com o propósito de identificar

a conceituação mantida pelos estudantes e as concepções alternativas apresentadas. Dessa maneira, foi possível perceber a aprendizagem de cada etapa e de cada conceito-chave mal compreendido, facilitando uma abordagem mais direcionada nas aulas seguintes.

Na quinta aula, trabalhou-se a variação de entalpia na mudança de fase seguida da variação de entalpia em reações químicas, incluindo cálculos, esquemas e construção de gráficos. Na sexta aula, retomou-se o assunto e assim foram realizadas as atividades S e P referentes às sentenças 2 e 3. Os seguintes conceitos-chave foram trabalhados:

**Sentença 2:** Nas reações químicas exotérmicas, a entalpia dos produtos ( $H_P$ ) é menor do que a entalpia dos reagentes ( $H_R$ ), ou seja, a variação da entalpia é negativa.

**Sentença 3:** Nas reações químicas endotérmicas, a entalpia dos produtos ( $H_P$ ) é maior do que a entalpia dos reagentes ( $H_R$ ), ou seja, a variação da entalpia é positiva.

Na sétima aula, os conceitos foram retomados e as atividades realizadas anteriormente discutidas. Como a continuação do assunto era a Lei de Hess, geralmente motivo de grande dificuldade no Ensino Médio, discutiu-se sobre cada conceito-chave trabalhado com o objetivo de superar as concepções erradas trazidas até esse ponto. Os conceitos-chave trabalhados até aqui são fundamentais para o entendimento da Lei de Hess, e confusões podem acarretar o não aprendizado dessa lei. Feito isso, iniciou-se a Lei de Hess com a definição e, posteriormente, tentando discuti-la a partir da resolução de exemplos.

Na oitava aula, demos continuidade ao estudo da Lei de Hess, construindo equações globais para o cálculo de entalpia, realizando os cálculos propriamente ditos e construindo os gráficos. Algumas dúvidas surgiram nessa etapa, e após resolvidas realizaram-se as atividades referentes à quarta e última sentença. O seguinte conceito-chave foi abordado:

**Sentença 4:** Lei de Hess: A variação de entalpia de uma reação é igual à soma das variações de entalpia das etapas em que essa reação pode ser desmembrada, mesmo que esse desmembramento seja apenas teórico.

Vale ressaltar que durante as atividades os estudantes usaram suas anotações do caderno e, por diversas vezes, chamavam a professora para tirar dúvidas. Inicialmente foi intencionado que os estudantes fizessem as atividades sem auxílio da professora, mas durante a execução, mostrou-se proveitoso tirar as dúvidas no momento em que realizavam a atividade, visto que muitas vezes as dúvidas aparecem mais quando estes são requisitados a pensar sobre cada palavra-chave do que durante as explicações da aula.

Na nona aula, foi realizado o pós-teste. Neste, solicitou-se que os estudantes formulassem paráfrases relacionadas àquelas mesmas sentenças trabalhadas no decorrer das aulas. Não foi permitido consulta nem das atividades e nem das próprias anotações no caderno, já que a intenção era ver quais conceitos foram realmente internalizados pelos aprendizes.

### 5.3 METODOLOGIA DE ANÁLISE

Objetivando responder ao problema de pesquisa, que busca saber qual o desempenho dos estudantes, evidenciado pela elaboração de paráfrases, quando utilizamos as relações sintagmáticas e paradigmáticas como estratégia de ensino para a apropriação aprofundada de conceitos de termoquímica, realizaram-se as análises qualitativa e quantitativa em conjunto. Para submeter os dados à análise estatística, foi necessário um percurso analítico qualitativo, o qual será descrito na seção a seguir.

#### 5.3.1 Análise Qualitativa

Para a análise das paráfrases produzidas pelos estudantes, inicialmente houve uma tentativa de classificá-las conforme Meserani (2002), tendo em vista as semelhanças entre a paráfrase e o texto parafraseado. Retomando o capítulo sobre paráfrases, esse autor classifica a paráfrase em dois tipos: a) Paráfrase reprodutiva, que é a tradução quase literal do texto, considerada uma espécie de síntese que não

expande ideias e, b) Paráfrase criativa que, nas palavras do autor “ultrapassa os limites da simples reafirmação ou resumo do texto original”, ou seja, ela se desdobra e se expande em novos significados, afastando-se do texto original mas preservando a mesma perspectiva (MESERANI, 2002, p. 108).

Porém, na correção dos testes, observou-se outras possíveis classificações. Foram encontrados, nas paráfrases desenvolvidas pelos estudantes, casos em que, embora a paráfrase pudesse ser classificada como reprodutiva, ao se levar em conta que mantém muita semelhança com a sentença original, houve também modificações que não poderiam ser desconsideradas. Mesmo elas não sendo consideradas como um novo discurso, diferente daquele original, os estudantes trocam algumas palavras-chave por outras palavras ou breves explicações de maneira bastante coerente.

Houve também casos de estudantes que fizeram trocas de palavras de maneira incorreta, permitindo inferir que não ocorreu aprendizado consistente do conceito-chave. Além desses casos, observou-se incidência também de paráfrases semelhantes à sentença original, com algumas trocas feitas somente em termos que pouco diziam sobre o conhecimento do conceito.

Em razão desses motivos, e devido à insuficiência das duas classificações elencadas por Meserani (2002), ampliamos para cinco o número de classificações. No Quadro 2 a seguir, estão elencados os cinco tipos de paráfrases encontradas nas produções dos estudantes.

**Quadro 2** - Tipos de paráfrases encontrados nas produções dos estudantes.

<b>Tipos de Paráfrase encontrados</b>	
<b>I</b>	Paráfrase reprodutiva.
<b>II</b>	Paráfrase com trocas de palavras-chave erradas ou criativas que não preserva o sentido original.
<b>III</b>	Paráfrase em que prevalece a reprodução, porém, com trocas feitas em parte corretamente.
<b>IV</b>	Paráfrase em que prevalece a reprodução, porém, com trocas de palavras-chave feitas corretamente ou criativa meio-certa ou incompleta.
<b>V</b>	Paráfrase criativa e que preserva o sentido original.

**Fonte:** o próprio autor.

As paráfrases elaboradas pelos aprendizes, no pré-teste e no pós-teste, foram analisadas e classificadas dentro dos cinco tipos, conforme a Tabela 1. Como ficará mais claro na próxima seção, a classificação foi usada para posterior

atribuição de notas, tornando possível a criação de um score para a análise estatística dos dados.

### 5.3.2 Análise Quantitativa

A coleta de dados constituiu-se de dois testes realizados em diferentes momentos. O pré-teste foi realizado antes do início da unidade didática desenvolvida nessa pesquisa e o pós-teste, ao final da unidade didática. Os testes foram aplicados em uma turma de 33 estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de Londrina.

Na Tabela 1, a seguir, estão elencados os cinco tipos de paráfrases encontrados nas produções dos estudantes, sendo atribuída, para cada tipo de paráfrase uma nota, que será usada posteriormente na análise estatística.

**Tabela 1** - Tipos de paráfrases encontrados nas produções dos estudantes com atribuição de notas.

<b>Tipos de Paráfrase encontrados</b>		<b>Notas</b>
<b>I</b>	Paráfrase reprodutiva.	0
<b>II</b>	Paráfrase com trocas de palavras-chave erradas ou criativas que não preserva o sentido original.	0
<b>III</b>	Paráfrase em que prevalece a reprodução, porém, com trocas feitas em parte corretamente.	0,625
<b>IV</b>	Paráfrase em que prevalece a reprodução, porém, com trocas de palavras-chave feitas corretamente ou criativa meio certa ou incompleta.	1,25
<b>V</b>	Paráfrase criativa e que preserva o sentido original.	2,5

**Fonte:** o próprio autor.

Para realizar os cálculos estatísticos, a nota mínima da prova era 0 e a nota máxima era 10. Como o teste era composto por 4 sentenças a serem parafraseadas, estipulou-se que cada paráfrase deveria ter como nota máxima 2,5. Conforme a Tabela 1, seguiram-se os seguintes critérios na atribuição de notas: às paráfrases reprodutivas atribuiu-se nota 0, já que mostram incompreensão do conceito-chave; às paráfrases com trocas de palavras-chave erradas ou criativas que não preservaram o sentido original também atribuiu-se a nota 0; às paráfrases em que prevaleceu a reprodução, porém, com trocas feitas em parte corretamente atribuiu-se a nota 0,625, pois mostram que o estudante conseguiu fazer apenas algumas

trocas corretamente, ou seja, apenas uma parte dos conceitos-chave da sentença foi internalizada; às paráfrases em que prevaleceu a reprodução, porém, com trocas de palavras-chave feitas corretamente ou criativas meio-certas ou incompletas atribuiu-se a nota 1,25, pois mesmo o estudante tendo feito as trocas de maneira válida não conseguiu reelaborar a sentença de maneira original, ou conseguiu elaborar de maneira original mas não conseguiu colocar toda a informação da primeira; por último, às paráfrases criativas atribuiu-se a nota 2,5, a nota máxima, já que reelaborou a sentença de maneira original e guardando a mesma mensagem. Com a atribuição de notas aos testes dos aprendizes, obteve-se o valor da média e mediana da turma para assim dar início à análise dos dados.

No intuito de responder à questão central da pesquisa, uma técnica estatística foi empregada para a análise dos dados resultantes do pré-teste e do pós-teste. Para tal, optou-se pelo teste de Wilcoxon sendo realizado no software SPSS (v.21). O teste foi desenvolvido por F. Wilcoxon em 1945 e baseia-se nos postos (ranks) das diferenças intrapares. O que norteia o teste é que se o tratamento A produz valores maiores do que o tratamento B, as diferenças (A - B) de sinal positivo serão em maiores números e grau do que as diferenças de sinal negativo. Se ambos os tratamentos têm o mesmo efeito, as diferenças positivas e negativas devem se anular (CALLEGARI-JACQUES, 2007). Sendo assim, aplica-se o teste de Wilcoxon aos dados no intuito de verificar a existência de diferença estatística relevante entre as variáveis utilizadas nesta pesquisa.

No caso específico desta pesquisa, se a mediana da turma referente ao pós-teste (amostra na qual houve o tratamento ou, nesse caso, a utilização de uma estratégia didática) produzir valores maiores do que no pré-teste (em que ainda não havia sido utilizada a estratégia), as diferenças (Pós-teste – Pré-teste) de sinal positivo, ou seja, as situações em que há um maior desempenho serão maiores que as situações em que há um pior desempenho no pós-teste. Se a intervenção com a estratégia didática não mudar o desempenho dos estudantes, as diferenças de bom desempenho e mal desempenho da amostra irão se anular.

O teste estatístico avalia o valor de P (P é interpretado com o risco de tomar decisão errada, ou probabilidade de significância). Tipicamente se  $P > 0,05$  rejeita-se a hipótese nula. Nosso objetivo de usar o teste de Wilcoxon é refutar a hipótese nula ( $H_0$  = o nível de conhecimento não se modifica por efeito das estratégias de ensino

utilizadas no ensino de Termoquímica). Adotamos o nível de significância de 5%, ou seja, desejamos refutar a hipótese nula  $H_0$  com 95% de chance de acerto ( $P < 0,05$ ).

## 6 ANÁLISE DOS DADOS

### 6.1 ANÁLISE QUALITATIVA

Nesta seção, iremos ilustrar com dois estudantes como ocorreu a classificação das paráfrases, produzidas no pré-teste e pós-teste, de acordo com o Quadro 2. Como mencionado anteriormente, os estudantes foram selecionados tendo em conta dois motivos principais. O primeiro vem em razão de representarem melhor a variabilidade das ocorrências que aconteceu na aplicação da técnica discursiva. O segundo vem do fato desses estudantes reunirem, em um só tempo, o potencial e as contribuições da proposta, permitindo, com isso, caracterizá-la com maior propriedade. Todos os 33 alunos participantes da pesquisa foram analisados da mesma maneira, resultando nas atribuições de notas conforme a Tabela 1.

#### 6.1.1 Análise do Estudante 1 referente à sentença 1

Análise da produção das paráfrases referentes à sentença 1. Vale lembrar que as paráfrases foram realizadas em sequência, ou seja, o teste foi aplicado em dois momentos diferentes, porém, contendo as quatro sentenças. Para fins de demonstração do percurso analítico, é apresentada a sentença original, seguida da paráfrase do pré-teste e, por fim a paráfrase do pós-teste. Dessa forma, torna-se possível mostrar a evolução do estudante comparando o pré-teste com o pós-teste.

#### **Quadro 3** - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 1 para a sentença 1.

**Sentença 1:**

*A variação de entalpia de um sistema informa a quantidade de energia trocada por esse sistema, à pressão constante. Alguns químicos chamam o  $\Delta H$  de “calor de reação”.*

**Paráfrase pré-teste:**

*A mudança de entalpia de um sistema informa a quantidade de energia trocada por esse sistema, à pressão constante. Alguns químicos chama o  $\Delta H$  de “calor de reação”.*

**Paráfrase pós-teste:**

*Quando há a troca de energia em um sistema, chama-se variação de entalpia ou como alguns químicos chamam de “calor de reação”. Por exemplo  $H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(l)}$  a água absorve energia para a mudança de estado.*

**Fonte:** o próprio autor.

Em relação ao pré-teste, nota-se predominância da paráfrase reprodutiva. Isso porque a única mudança realizada é a troca da palavra “variação” por “mudança”. Embora seja uma troca correta, não agrega nada quanto ao conhecimento científico do conteúdo de Termoquímica e, portanto, não mostra domínio de nenhum conceito-chave. A paráfrase é classificada, então, como do tipo I (Paráfrase reprodutiva). Vale lembrar que este resultado já era esperado no pré-teste, pois ainda não havia sido iniciado o conteúdo de termoquímica.

No pós-teste, por sua vez, há um completo distanciamento da sentença original, porém a mensagem original é preservada. No caso, a paráfrase é classificada como tipo IV (Paráfrase criativa), na qual o estudante cita, inclusive, um exemplo de reação em que o calor é absorvido. Pode-se inferir da paráfrase, que conceitos-chave foram internalizados e, por compor um discurso autônomo, é tomada como uma compreensão genuína.

#### 6.1.2 Análise do Estudante 1 referente a sentença 2

##### **Quadro 4** - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 1 para a sentença 2.

<p><b>Sentença original:</b></p> <p><i>Nas reações químicas exotérmicas, a entalpia dos produtos (HP) é menor do que a entalpia dos reagentes (HR), ou seja, a variação da entalpia é negativa.</i></p>
<p><b>Paráfrase pré-teste:</b></p> <p><i>Nas reações químicas que liberam muito calor, a entalpia dos produtos (Hp) é menor do que a entalpia do reagente (Hr), ou seja, a mudança da entalpia é positiva.</i></p>
<p><b>Paráfrase pós-teste:</b></p> <p><i>Reações exotérmicas são aquelas em que a energia do produto é menor que do reagente, ou seja, elas liberam calor.</i></p>

**Fonte:** o próprio autor.

No pré-teste, o estudante não se afasta da sentença original. A estrutura foi mantida e apenas o termo “exotérmicas” foi substituído por “que liberam muito calor”. Embora tenha predominância da paráfrase reprodutiva, a troca realizada foi correta, mostrando que esse estudante já tinha algum conhecimento a respeito desse conteúdo. A paráfrase é classificada, então, como do tipo III (Paráfrase em que

prevalece a reprodução, porém, com troca de palavras-chave feita em parte corretamente).

No pós-teste também é observada a predominância de reprodução, porém, com outra troca que não havia no pré-teste. Há a substituição do termo “entalpia” por “energia” além da troca de “exotérmica” por “liberam calor”. Embora as trocas tenham sido feitas corretamente, elas são consideradas incompletas, visto que entalpia é a energia interna dos reagentes e produtos. A paráfrase é classificada, então, como do tipo III (Paráfrase em que prevalece a reprodução, porém, com troca de palavras-chave feita em parte corretamente). A paráfrase perde informações e não mostra o total domínio dessa parte do conteúdo trabalhado.

### 6.1.3 Análise do Estudante 1 referente a sentença 3

#### **Quadro 5** - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 1 para a sentença 3.

**Sentença original:**

*Nas reações químicas endotérmicas, a entalpia dos produtos (HP) é maior do que a entalpia dos reagentes (HR), ou seja, a variação da entalpia é positiva.*

**Paráfrase pré-teste:**

*Nas reações químicas, que perdem muita energia, a entalpia dos produtos (Hp) é maior do que a entalpia dos reagente (Hr), ou seja, a mudança da entalpia é positiva.*

**Paráfrase pós-teste:**

*Algumas reações químicas necessitam de energia para ocorrer, assim reações endotérmicas são aquelas que retiram energia do meio.*

**Fonte:** o próprio autor.

No pré-teste, o estudante realizou duas trocas corretas. A primeira foi “exotérmicas” por “que perdem muita energia”, que embora esteja correta, não é necessário que a perda seja “muita”. A segunda foi “variação” por “mudança”, que está correta, porém não é uma troca que agrega valor científico. Há a predominância da paráfrase reprodutiva, com apenas uma troca válida, ou seja, mostra a falta do conhecimento necessário para este conteúdo. A paráfrase é classificada como do tipo III (Paráfrase em que prevalece a reprodução, porém, com troca de palavras-chave feita em parte corretamente).

No pós-teste, observa-se um distanciamento da sentença original, em que o estudante 1 faz uma explicação do que são as reações exotérmicas. A paráfrase preserva o sentido original e é classificada como do tipo V (Paráfrase criativa). Neste caso, entende-se que há apropriação dos conceitos-chave envolvidos nesta sentença, já que houve a produção de um discurso autônomo e consistente com o original.

#### 6.1.4 Análise do Estudante 1 referente à sentença 4

#### Quadro 6 - Paráfrase no pré-teste e no pós-teste do Estudante 1 para a sentença 4.

**Sentença original:**

*Lei de Hess: A variação de entalpia de uma reação é igual à soma das variações de entalpia das etapas em que essa reação pode ser desmembrada, mesmo que esse desmembramento seja apenas teórico.*

**Paráfrase pré-teste:**

*Lei de Hess: A variação de entalpia de uma reação é igual a soma das variações de entalpia das fases em que essa reação pode ser desmembrada, mesmo que esse desmembramento seja teórico.*

**Paráfrase pós-teste:**

*Lei de Hess: Quando em uma reação há várias fases, pode-se medir (de uma forma teórica) a mudança na quantidade de energia individualmente.*

**Fonte:** o próprio autor.

No pré-teste observa-se a mera reprodução, com apenas uma troca, “etapas” por “fases” que, embora esteja correta, não indica conhecimento com significado científico. A paráfrase é classificada como do tipo I (Paráfrase reprodutiva).

No pós-teste, não há reprodução. Um novo enunciado é produzido, e é classificado como paráfrase criativa, porém, esta não preserva completamente o sentido da sentença original. O Estudante 1 mostra entender que pode ser medida a variação de entalpia para cada etapa de uma reação, mas deixa de lado o fato destas variações de entalpia fornecer a entalpia da reação global. Desta forma, é classificada como do tipo IV (Paráfrase criativa meio certa ou incompleta), já que não contempla todas as informações fundamentais.

### 6.1.5 Estudante 1 - Considerações Gerais

Quanto às análises do pré-teste e pós-teste, para o Estudante 1, nota-se um melhor desempenho de um para o outro. Embora no pós-teste o estudante não tenha atingido em todas as sentenças uma paráfrase criativa e que guarda equivalência com o sentido de partida, houve grandes indícios de apropriação dos conteúdos trabalhados.

Por fim, se compararmos o pré-teste com o pós-teste, nota-se que inicialmente o estudante, de maneira geral, apenas reproduziu as sentenças, enquanto no pós-teste houve apenas uma sentença considerada de reprodução e, ainda assim, com trocas de palavras-chave feitas na maioria das vezes de forma correta.

### 6.1.6 Análise do Estudante 29 referente a sentença 1

#### **Quadro 7** - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 29 para a sentença 1.

<p><b>Sentença 1:</b></p> <p><i>A variação de entalpia de um sistema informa a quantidade de energia trocada por esse sistema, à pressão constante. Alguns químicos chamam o <math>\Delta H</math> de “calor de reação”.</i></p>
<p><b>Paráfrase pré-teste:</b></p> <p><i>Em branco</i></p>
<p><b>Paráfrase pós-teste:</b></p> <p><i>Nas reações ocorrem processos em que o calor dos reagentes sofre alterações, por exemplo o sistema do gelo derretendo. O gelo ganha calor e derrete, ou seja, a variação da entalpia é endotérmica porque absorve calor.</i></p>

**Fonte:** o próprio autor.

O estudante deixou a primeira sentença do pré-teste em branco, mostrando a falta de domínio do conteúdo. Como já citado na análise do Estudante 1, esse já era um resultado esperado, visto que os estudantes ainda não tinham trabalhado o conteúdo de termoquímica.

No pós-teste, encontramos a paráfrase do tipo “criativa”, ou seja, não se aproxima semanticamente da sentença original, porém, guarda correspondência de

sentido. Além de trazer o conteúdo da sentença original, há uma expansão do conteúdo quando o estudante traz um exemplo do que está sendo falado. O exemplo foi colocado de maneira correta, reforçando a inferência de que o estudante de apropriou dos conceitos. A paráfrase é classificada, então, como do tipo V (Paráfrase criativa).

#### 6.1.7 Análise do Estudante 29 referente à sentença 2

#### Quadro 8 - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 29 para a sentença 2.

<p><b>Sentença original:</b></p> <p><i>Nas reações químicas exotérmicas, a entalpia dos produtos (HP) é menor do que a entalpia dos reagentes (HR), ou seja, a variação da entalpia é negativa.</i></p>
<p><b>Paráfrase pré-teste:</b></p> <p><i>Nas reações químicas exotérmicas, a variação de calor de reação dos produtos é menor do que a variação dos reagentes, ou seja, a variação entre o calor da reação é negativa.</i></p>
<p><b>Paráfrase pós-teste:</b></p> <p><i>Quando a reação é exotérmica, quer dizer que está liberando, perdendo calor, por isso vai ser negativo o <math>\Delta H</math>.</i></p>

**Fonte:** o próprio autor.

No pré-teste, há demasiada semelhança da paráfrase com a sentença original. Apesar da semelhança semântica, há algumas trocas que demonstram a incompreensão do que é entalpia, sendo consideradas erradas. A paráfrase é classificada como do tipo II (Paráfrase com troca de palavras-chave erradas).

Em relação ao pós-teste, observamos uma nítida evolução conceitual e da habilidade de produzir paráfrases. A paráfrase é do tipo V (Paráfrase criativa), ou seja, é autêntica e preserva do sentido da sentença original. Entendemos a paráfrase, também, como sendo explicativa. Desta maneira, nota-se evidências de apropriação do conteúdo desta sentença.

## 6.1.8 Análise do Estudante 29 referente à sentença 3

**Quadro 9** - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 29 para a sentença 3.**Sentença 3:**

*Nas reações químicas endotérmicas, a entalpia dos produtos (HP) é maior do que a entalpia dos reagentes (HR), ou seja, a variação da entalpia é positiva.*

**Paráfrase pré-teste:**

*Nas reações químicas endotérmicas, a variação dos produtos é maior do que a entalpia dos reagentes, ou seja, a variação da entalpia é positiva.*

**Paráfrase pós-teste:**

*Quando o gelo vira água líquida, podemos perceber que na água (Pf) que resultou do processo, seu calor é maior que o gelo que é o reagente (Pi), por isso que o gelo virou água, pq absorveu calor.*

**Fonte:** o próprio autor.

No pré-teste, observa-se grande semelhança da paráfrase com a sentença original, caracterizando-a como do tipo I (Paráfrase reprodutiva). Da mesma maneira que na paráfrase da Sentença 2, alguns termos foram substituídos de forma incorreta, mostrando a falta de domínio do conteúdo.

No pós-teste o estudante se distanciou da sentença original, preservando a mesma mensagem, colocou um exemplo da aplicação do conteúdo em uma situação real de maneira correta, porém, houve uma confusão com a palavra calor. Quanto o estudante diz que "...na água (Pf – produto final) que resultou do processo, seu calor é maior que o gelo... (Pi – produto inicial) ..." ele se refere na verdade a temperatura resultante. Como comentado no capítulo 4, os termos "calor" e "temperatura" são alvo de grandes confusões. Dessa forma, a paráfrase realizada é do tipo IV (Paráfrase criativa meio certa), já que mostra confusão com um dos termos fundamentais do conteúdo de Termoquímica.

### 6.1.9 Análise do Estudante 29 referente à sentença 4

#### Quadro 10 - Paráfrase no pré-teste e pós-teste do Estudante 29 para a sentença 4.

<p><b>Sentença 4:</b></p> <p><i>Lei de Hess: A variação de entalpia de uma reação é igual à soma das variações de entalpia das etapas em que essa reação pode ser desmembrada, mesmo que esse desmembramento seja apenas teórico.</i></p>
<p><b>Paráfrase pré-teste:</b></p> <p><i>Em branco</i></p>
<p><b>Paráfrase pós-teste:</b></p> <p><i>Para achar a variação da entalpia na Lei de Hess, é preciso dividir os processos das reações, e depois igualar as reações, mudando simultaneamente a variação da entalpia e depois somando as mesmas.</i></p>

**Fonte:** o próprio autor.

O pré-teste da sentença 4 ficou em branco, mostrando novamente a falta de domínio do conteúdo. Já no pós-teste, o estudante se despreendeu completamente da sentença original e buscou explicar o conteúdo da sentença, porém, nota-se bastante confusão na escrita. Alguns conceitos são trazidos de forma correta, como no momento em que o estudante diz: "...é preciso dividir os processos das reações... e depois somar as mesmas", porém, a paráfrase é bastante confusa, não ficando clara a completa apropriação do conteúdo. A paráfrase produzida é classificada, então, como do tipo IV (Paráfrase criativa meio certa).

### 6.1.10 Estudante 29 - Considerações Gerais

A estratégia didática que se utiliza das relações sintagmáticas e paradigmáticas, no caso do Estudante 29, potencializou o aprendizado dos conceitos, como podemos inferir da análise do pós-teste. Em todas as paráfrases elaboradas, observou-se o distanciamento da sentença original, preservando-se o mesmo sentido e, por diversas vezes, expandindo o conteúdo por meio de

exemplos. Desta forma, entende-se que houve apropriação dos conteúdos de Termoquímica trabalhados.

#### 6.1.11 Conclusão Geral

Mostra-se relevante, por fim, acrescentar algumas observações a respeito dos participantes da pesquisa em geral. A análise das atividades com os eixos sintagmáticos e paradigmáticos dos estudantes indicaram diversas dificuldades e entendimentos. Alguns termos substituídos evidenciaram incompreensões de conceitos-chave no conteúdo de termoquímica como, por exemplo, a constante confusão do que é entalpia e conseqüentemente o que significa a variação da entalpia. Sendo estes conceitos basilares para o entendimento do todo percebeu-se a importância de retomar esses conceitos no decorrer das aulas.

É importante destacar que a correção das produções sintagmáticas e paradigmáticas eram realizadas logo após o término de cada aula, intencionando identificar as deficiências na aprendizagem ao longo da instrução, para posterior retomada. Esta possibilidade reforça a ideia de que as atividades de tratamento das relações linguísticas tornam-se uma ferramenta eficiente para, além de contribuir no aprendizado dos estudantes, orientar o professor durante o processo de ensino, fornecendo informações sobre quais conceitos necessitam de revisão ou melhores explicações.

Quanto as análises dos pré-testes e pós-testes, foi possível notar uma evolução considerável. Embora nem todos estudantes tenham atingido em todas as produções paráfrases criativas com equivalência de sentido, houveram grandes indícios de apropriação dos conteúdos trabalhados.

## 6.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

Esta seção está destinada à análise dos resultados dos testes estatísticos utilizados na busca da resposta à questão de pesquisa, entre elas análise descritiva da amostra e o teste de Wilcoxon para amostras pareadas.

### 6.2.1 Análise Descritiva da Amostra

A Tabela 2 mostra as notas de cada estudante, bem como a média da turma toda do pré-teste. A enumeração dos estudantes foi feita de maneira aleatória, não correspondendo à enumeração da lista de chamada.

**Tabela 2** - Notas e médias do pré-teste.

<b>Estudante</b>	<b>Paráfrase 1</b>	<b>Paráfrase 2</b>	<b>Paráfrase 3</b>	<b>Paráfrase 4</b>	<b>Nota Final</b>
1	0	0,625	0	0	0,625
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0,625	0	0	1,25	1,875
6	0,625	0	0	0	0,625
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0,625	0,625	1,25	2,5
12	1,25	1,25	1,25	1,25	5
13	0	1,25	1,25	0	2,25
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	1,25	2,5	1,25	0	5
21	1,25	0,625	0	0	1,875
22	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	0,625	0,625	0,625	0	1,875
26	2,5	0,625	0	0	3,125
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
31	1,25	0	0	0	1,25
32	0,625	0	0	0	0,625
33	0	0	0	0	0
<b>Média</b>	0,30303	0,246212	0,151515	0,113636	0,806818

Fonte: o próprio autor.

Na análise da Tabela 2, verifica-se que dos 33 participantes apenas 2 conseguiram atingir no pré-teste a nota máxima em uma das paráfrases propostas. A média final da amostra foi baixa, devido ao fato da maioria dos estudantes terem

ficado com nota final 0. Este foi um resultado coerente, já que, no momento do pré-teste, os estudantes ainda não tinham visto o conteúdo de Termoquímica.

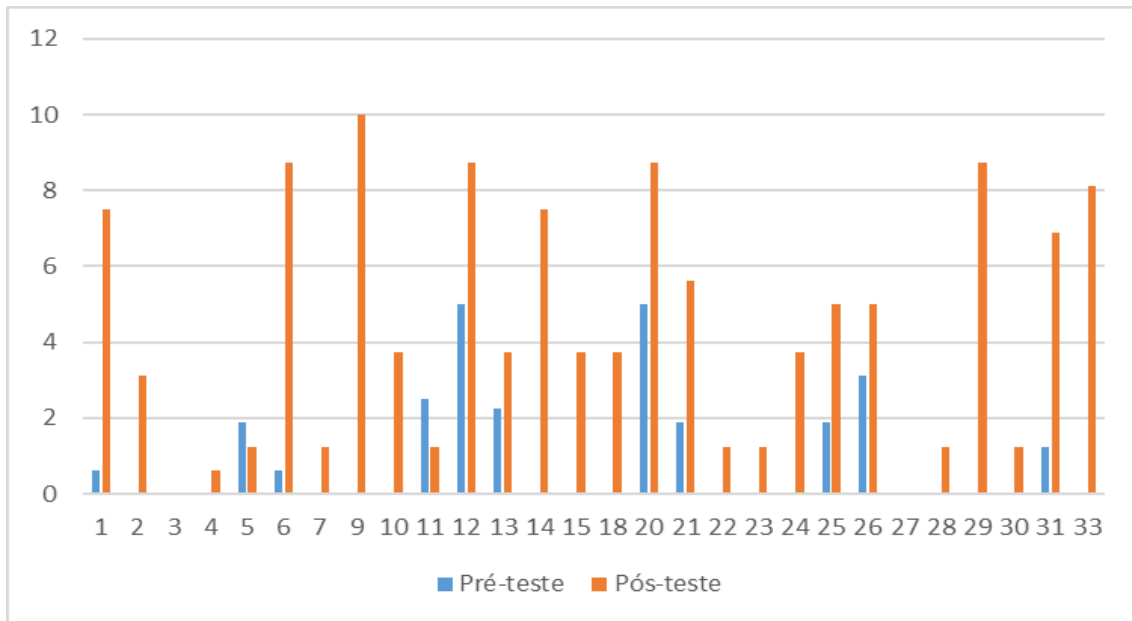
A Tabela 3 mostra as notas de cada estudante, bem como a média da turma para o pós-teste. A enumeração de cada estudante é correspondente à enumeração dada na Tabela 2 dos resultados do pré-teste.

**Tabela 3** - Notas e médias do pós-teste.

<b>Estudante</b>	<b>Questão 1</b>	<b>Questão 2</b>	<b>Questão 3</b>	<b>Questão 4</b>	<b>Nota Final</b>
1	2,5	1,25	2,5	1,25	7,5
2	0	2,5	0,625	0	3,125
3	0	0	0	0	0
4	0	0,625	0	0	0,625
5	0	0,625	0,625	0	1,25
6	2,5	2,5	2,5	1,25	8,75
7	1,25	0	0	0	1,25
9	2,5	2,5	2,5	2,5	10
10	1,25	2,5	0	0	3,75
11	0	0	0	1,25	1,25
12	2,5	2,5	2,5	1,25	8,75
13	0,624	1,25	1,25	0,625	3,75
14	2,5	2,5	2,5	0	7,5
15	1,25	1,25	1,25	0	3,75
18	1,25	1,25	1,25	0	3,75
20	2,5	2,5	2,5	1,25	8,75
21	0,625	2,5	2,5	0	5,625
22	0	0,625	0,625	0	1,25
23	0	1,25	0	0	1,25
24	1,25	1,25	1,25	0	3,75
25	2,5	1,25	1,25	0	5
26	0	2,5	2,5	0	5
27	0	0	0	0	0
28	0	0,625	0,625	0	1,25
29	2,5	2,5	2,5	1,25	8,75
30	0	0,625	0,625	0	1,25
31	0,625	2,5	2,5	1,25	6,875
33	2,5	2,5	2,5	0,625	8,125
<b>Média</b>	1,093	1,495	1,316	0,44	4,35

Fonte: o próprio autor.

Nota-se que nem todos os estudantes que fizeram o pré-teste estiveram no pós-teste também. Sendo assim, para a realização de um comparativo entre as notas iniciais e finais (Gráfico 1), foram utilizados da amostra apenas os estudantes que participaram dos dois testes.

**Gráfico 1** - Comparativo de notas do pré-teste e pós-teste.

**Fonte:** o próprio autor.

No gráfico 1, de comparação da tabela 2 e 3, observa-se uma mudança visualmente significativa nas notas dos estudantes e, por consequência, na média final da turma. Para afirmar se houve também uma mudança estatisticamente significativa, realizou-se o teste de Wilcoxon, descrito na próxima subseção.

Antes da análise estatística, realizada pelo teste de Wilcoxon, vale discutir sobre a média final da turma (4,397). Um ponto a destacar é a rigidez na correção e no requerido enquadramento das paráfrases. Para que uma paráfrase atingisse sua nota máxima, no caso 2,5, o estudante precisaria compreender completamente o conteúdo trabalhado, bem como conseguir se desprender da sentença original de maneira autêntica. Vale lembrar que na produção dos estudantes, mesmo substituições corretas de palavras-chave, que demonstram certo domínio do conteúdo, mas que se mantiveram próximas das sentenças originais, foi atribuída apenas metade da nota. Desta maneira, uma nota final 5 já é considerada satisfatória e mostra um bom desempenho.

### 6.2.2 Estatística Inferencial

Inicialmente, realizamos o teste de normalidade de Shapiro-Wilk's ( $P < 0,05$ ). Como o pressuposto de normalidade não foi atendido, a estatística descritiva dos

dados foi, então, representada por meio de mediana. A estatística inferencial foi realizada por meio do teste de Wilcoxon, no software SPSS (v.21) com significância de 5% ( $P < 0,05$ ).

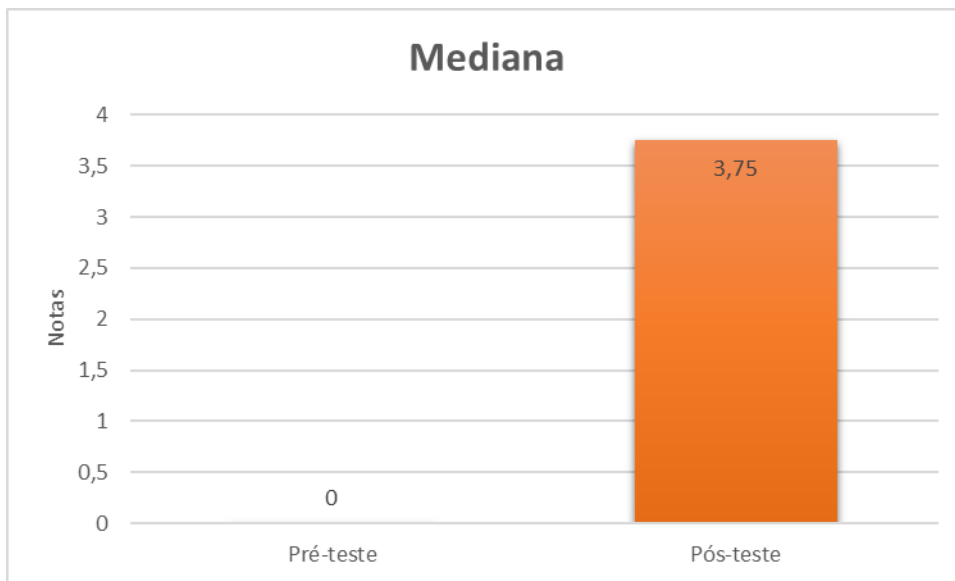
Na Tabela 4, é apresentado um comparativo das notas finais do pré-teste e pós-teste de cada estudante, bem como a mediana da turma.

**Tabela 4** - Tabela comparativa das notas finais dos estudantes com a mediana da turma.

Estudante	Pré-teste	Pós-teste
1	0,625	7,5
2	0	3,125
3	0	0
4	0	0,625
5	1,875	1,25
6	0,625	8,75
7	0	1,25
9	0	10
10	0	3,75
11	2,5	1,25
12	5	8,75
13	2,25	3,75
14	0	7,5
15	0	3,75
18	0	3,75
20	5	8,75
21	1,875	5,625
22	0	1,25
23	0	1,25
24	0	3,75
25	1,875	5
26	3,125	5
27	0	0
28	0	1,25
29	0	10
30	0	1,25
31	1,25	6,875
33	0	8,125
Mediana	0	3,75

**Fonte:** o próprio autor

**Gráfico 2** - Comparativo da mediana do pré-teste em relação ao pós-teste.



**Fonte:** o próprio autor

Da mesma maneira que no Gráfico 1, no qual foram comparadas as médias finais da turma no pré-teste com o pós-teste, observa-se uma mudança visualmente significativa no comparativo da mediana (de 0 para 3,5), o que já traz indícios de aprendizado. Embora haja uma diferença visual, o teste não paramétrico escolhido para esta pesquisa, o Wilcoxon, é capaz de dizer se estatisticamente essa mudança também foi significativa. Além disso, a confiabilidade do teste ( $P < 0,05$ ) garante a reprodutibilidade desses resultados com pelo menos 95% de chances de acerto.

Após submeter os dados da Tabela 4 à análise estatística pelo software SPSS (v.21), com significância de 5% ( $P < 0,05$ ), obtivemos como resultado da aplicação do teste de Wilcoxon que a variável apresentou diferença entre as condições ( $Z = -4,296$ ;  $P < 0,001$ ). Como o valor de  $P$  ( $P < 0,001$ ) foi bem menor que nível de significância ( $P < 0,05$ ), rejeitamos a hipótese nula. Vale lembrar que a hipótese nula é que, após a utilização da estratégia didática, não houve melhor desempenho dos estudantes.

Conclui-se que a avaliação pós ( $M = 3,75$ ) apresentou estatisticamente melhores resultados em comparação à avaliação pré ( $M = 0$ ). Desta forma, podemos afirmar que os estudantes se apropriaram de conceitos de Termoquímica, ou seja, tiveram um bom desempenho quando utilizada a estratégia didática envolvendo as relações sintagmáticas e paradigmáticas.

Uma observação a ser feita é que a metodologia que se utiliza das relações linguísticas busca um aperfeiçoamento apenas dentro da modalidade verbal escrita, não excluindo a necessidade de se ensinar e avaliar por meio dos multimodos de representação. Durante toda a estratégia didática, presente nessa dissertação, foram trabalhadas outras modalidades de ensino, como: imagética, algébrica, gráfica etc. Visto que o foco do problema de pesquisa se encontra em avaliar a metodologia que se enquadra dentro da modalidade verbal escrita, a avaliação buscou trazer os resultados encontrados também nessa modalidade.

Por último, vale ressaltar que o uso da paráfrase como estratégia de avaliação do conhecimento adquirido, quando usado a estratégia das relações linguísticas, mostrou-se eficiente. Por meio de paráfrases, um professor é capaz de identificar as internalizações dos estudantes, sem se enganar por meras repetições do conceito trabalhado, além de possibilitar, aos estudantes, explicações mais ricas e livres sobre o conhecimento que está sendo apropriado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como princípio educacional, encorajar e explorar narrativas textuais de maneira variada é uma opção proveitosa para auxiliar os aprendizes na reformulação e aperfeiçoamento de equivocados entendimentos dos conceitos científicos. Para alcançar uma disposição intelectual dos aprendizes que caminhe para uma maior qualidade de aprendizagem, torna-se necessário fornecer oportunidades de significação de conceitos. Dessa maneira, atividades baseadas nas relações linguísticas sintagmáticas e paradigmáticas mostraram-se qualificadas para o ambiente de sala de aula, visto que, permitem ao professor identificar e acompanhar os significados adquiridos pelos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem, possibilitando intervenções ao longo do caminho e, requerem dos próprios aprendizes maior tempo e atenção voltados a conceitos-chave propositalmente escolhidos, permitindo maior empenho e melhores significações.

Respondendo ao problema de pesquisa levantado para esta Dissertação, ficou evidenciado, pelo teste estatístico, que houve um bom desempenho dos estudantes quando utilizamos as relações sintagmáticas e paradigmáticas como estratégia de ensino para a apropriação de conceitos de termoquímica. Abordagens quanto ao registro escrito podem ser empregadas para auxiliar a aprendizagem e o aperfeiçoamento de conceitos, gerando explicações ricas quando estimulamos ações cognitivas mais elaboradas. Partindo desse resultado, a presente pesquisa contribui para o aprofundamento do modo verbal escrito, tornando-se uma alternativa metodológica dentro desse modo em particular, que por sua vez, é apenas uma parte dos multimodos representacionais possíveis e que necessita ser acompanhado e articulado dentro das demais modalidades existentes.

Por seu lado, o uso de paráfrases mostrou-se eficiente para a vertente avaliativa. A elaboração de paráfrases, pelos estudantes, permitiu ao professor identificar os conceitos por eles apropriados, de maneira a evitar simples memorizações e meras repetições do conteúdo. Dessa forma, na produção de narrativas autênticas a respeito de conceitos bem estabelecidos, os estudantes puderam se expressar de forma livre e particular.

Dentro da proposta do trabalho, buscou-se investigar novas abordagens do registro escrito na aprendizagem de Ciências, com apoio da Semiologia,

intencionando aprimorar formas de refletir e agir sobre as apropriações de conceitos de Química. A tentativa de definir critérios de como um conteúdo é compartilhado de modo genuíno, usando a Semiologia como ferramenta, pode oxigenar novos programas de pesquisa na área que atendam a uma maior apropriação da linguagem científica e com proveitos para a escrita e nível de interpretação.

Por fim, maneiras de modificar o registro escrito estão presentes em vários programas de pesquisa, com outras denominações e objetivos imediatos, mas que confluem para a melhora da interpretação e escrita dos estudantes. Esse trabalho intentou se inserir em mais uma dessas contribuições dentro, especificamente, do ensino de Química.

## REFERÊNCIAS

- AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers & Education**, v. 33, n. 2–3, p. 131–152, 1999.
- AIREY, J.; LINDER, C. A disciplinary discourse perspective on university science learning: Achieving fluency in a critical constellation of modes. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 46, n. 1, p. 27–49, jan. 2009.
- AMARAL, E. M. R. Do; MORTIMER, E. F. Uma Proposta De Perfil Conceitual Para O Conceito De Calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, p. 05–18, 2001.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química : questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2006. 922p.
- BAKHTIN, M. **Questões de Literatura e Estética: A Teoria do Romance**. São Paulo: Hucitec, 1983. 439p.
- BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. 5. ed. São Paulo: Hucitec, 1990. 204p.
- BARTHES, R. **Elementos de Semiologia**. São Paulo: Cultrix, 1974. 120p.
- BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: A Ciência Central**. São Paulo: Pearson, 2005. 922p.
- BRUSH, S. G. **The kind of motion we call heat : a history of the kinetic theory of gases in the 19th century**. New York: North-Holland, 1986. 299p.
- CALLEGARI-JACQUES, S. **Bioestatística : princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2007. 264p.
- CHAGAS, A. P. **Termodinâmica química**. São Paulo: Unicamp, 1999. 412p.
- CHAGAS, A. P.; AIROLDI, C. Lavoisier, Hess e os Primórdios da Termoquímica. **Química Nova**, v. 4, p. 95–96, 1981. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol4No3\\_95\\_v04\\_n3\\_%287%29.pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol4No3_95_v04_n3_%287%29.pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2018.
- COELHO NETO, J. T. **Semiótica, Informação e Comunicação**. São Paulo: Perspectiva, 2003. 224p.

- DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano : registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. Santiago de Cali: Universidad del Valle, 1999. 310p.
- DUVAL, R. A Cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 61, n. 1–2, p. 103–131, 2006.
- ECO, U. **Tratado geral de semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2003. 304p.
- ERICKSON, G. L. Children's conceptions of heat and temperature. **Science Education**, v. 63, n. 2, p. 221–230, abr. 1979.
- ERICKSON, G. L. Children's viewpoints of heat: A second look. **Science Education**, v. 64, n. 3, p. 323–336, jul. 1980.
- FELTRE, R. **Fundamentos da Química**. São Paulo: Moderna, 2001.
- FERREIRA, O.; LINGU, Q. D. E. E. Paráfrase: campo de criação e trabalho nos textos dos detentos. **Colóquio de Estudos linguísticos e literários**, n. 1990, p. 1904–1912, 2009.
- FONSECA, M. R. M. **Completamente Química: Físico Química**. São Paulo: FTD, 2001. 624p.
- FRANZONI, G.; LABURÚ, C. E.; OSMAR, E.; MOURA, H.; SILVA, D. O desenho como mediador representacional entre o experimento e esquema de circuitos elétricos. **Revista Electrónica de investigações en educación em Ciências**, v. 6, n 1, p. 1–11, 2011.
- FUCHS, C. La Paraphrase. **Press Universitaires de France**, n.1, p 38–40, 1982.
- FURIÓ GÓMEZ, C.; FURIÓ MÁS, C. Conceptual and epistemological difficulties of future teachers of physics and chemistry in the energetic explanations of physical and chemical phenomena. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 34, n. 3, p. 7, 2016. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/314143>>.
- GARCIA, O. M. (Othon M. **Comunicação em prosa moderna : aprenda a escrever, aprendendo a pensar**. 27. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010. 548p.
- GREENBOWE, T. J.; MELTZER, D. E. Student learning of thermochemical concepts in the context of solution calorimetry. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 7, p. 779–800, 2003.

ILARI, R. **Introdução à semântica: brincando com a gramática**. São Paulo: Contexto, 2001. 208 p.

JAIPAL, K. Meaning making through multiple modalities in a biology classroom: A multimodal semiotics discourse analysis. **Science Education**, p. 48–72, 2009.

JONES, M. G.; CARTER, G.; RUA, M. J. Exploring the Development of Conceptual Ecologies: Communities of Concepts Related to Convection and Heat. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 2, p. 139–159, fev. 2000.

KLEIN, P. D. Rethinking the multiplicity of cognitive resources and curricular representations: Alternatives to “learning styles” and “multiple intelligences”. **Journal of Curriculum Studies**, v. 35, n. 1, p. 45–81, 2003.

KOCH, I. V. **O Texto e a Construção Dos Sentidos**. São Paulo: Contexto, 1997. 124p.

KRESS, G.; JEWITT, C.; OGBORN, J.; TSATSARELIS, C. **Multimodal Teaching and Learning : The Rhetorics of the Science Classroom**. v. 72, p 152–153, 2014.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. Construção dos conceitos de física de estudantes apoiada em relações sintagmáticas e paradigmáticas. **Acta Scientiae**, v. 16, p. 93–113, 2013.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Da. Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 7–33, 2011.

LABURÚ, C.; NIAZ, M. A Lakatosian framework to analyze situations of cognitive conflict and controversy in students’ understanding of heat energy and temperature. **Journal of Science Education and Technology**, v. 11, n. 3, p. 211–219, 2002. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1023/A:1016064301034>>.

LEMKE, J. L. Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions. 2003. Disponível em: <<http://static1.1.sqspcdn.com/static/f/694454/25864203/1421449541530/Barcelona-Languages-of-science.pdf?token=gfuW39MsGoFSSkoISj10UwHTuLk%3D>>. Acesso em: 22 ago. 2017.

LEWIS, E. L.; LINN, M. C. Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements. **Journal of Research**

in **Science Teaching**, v. 31, n. 6, p. 657–677, ago. 1994.

MESERANI, S. **O intertexto escolar: sobre leitura, aula e redação**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 176p.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora UnB, 2006. 186p.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino da termoquímica. **Química Nova na Escola**, v. 7, p. 30–34, 1998.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química para o Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, 2007. 432p.

NIAZ, M. Can the Study of Thermochemistry Facilitate Students' Differentiation between Heat Energy and Temperature? **Journal of Science Education and Technology**, v. 15, n. 3–4, p. 269–276, 21 out. 2006.

PARRET, H. **Repertórios - Enunciação e Pragmática**. Campinas: Editora Unicamp, 1988.

PERUCCI, L. R. **Eixos estruturantes da linguagem e as paráfrases para a apropriação de conceitos de matéria e energia nos ecossistemas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática), Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

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

SANT'ANNA, A. R. de. **Paródia, paráfrase e Cia**. 8. ed. São Paulo: Ática, 2007. 96p.

SANTAELLA, L. **Matrizes da linguagem e pensamento**. São Paulo: Iluminuras, 2005. 432p.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. de S. **Química e sociedade**. São Paulo: Nova Geração, 2005. 742p.

SAUSSURE, F. de. **Curso de linguística geral**. 34. ed. São Paulo: Cultrix, 2012. 312p.

SILVA, M. A. E.; PITOMBO, L. R. de M. Como os alunos entendem queima e combustão: contribuições a partir das representações sociais. **Química na Escola**, n. 23, p. 23–26, 2006. Disponível em:

<<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc23/a06.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

SOKRAT, H.; TAMANI, S.; MOUTAABBID, M.; RADID, M.; BAYRAM K D D 'DIFFI L I H I L H D I H I L I, S. Difficulties Of Students From The Faculty Of Science With Regard To Understanding The Concepts Of Chemical Thermodynamics. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 116, p. 368–372, 2014.

TABER, K. S. Finding the optimum level of simplification: the case of teaching about heat and temperature. **Physics Education** , v. 35, p. 320–325, 2000.

TYTLER, R.; PRAIN, V.; PETERSON, S. Representational Issues in Students Learning About Evaporation. **Research in Science Education**, v. 37, n. 3, p. 313–331, 2007.

VAN ROON, P. H.; VAN SPRANG, H. F.; VERDONK, A. H. “Work” and “Heat”: on a road towards thermodynamics. **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 2, p. 131–144, mar. 1994.

VOLOSCHINOV, V. N. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. São Paulo: Hucitec/UNESP, 1992. 204p.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2004. 312p.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2009. 520p.

WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science. **Research in Science Education**, v. 40, n. 1, p. 65–80, 2010.

WISER, M. The differentiation of heat and temperature: History of science and novice-expert shift. In S. Strauss (Ed.), *Ontogeny, Phylogeny, and Historical Development*. **Norwood, NJ: Ablex**, p. 28–48, 1988.

YORE, L. D.; HAND, B. Epilogue: Plotting a Research Agenda for Multiple Representations, Multiple Modality, and Multimodal Representational Competency. **Research in Science Education**, v. 40, n. 1, p. 93–101, 19 jan. 2010.



## **APÊNDICES**

## **APÊNDICE A – TEXTO INTRODUTÓRIO: ENERGIA E OS PROCESSOS QUÍMICOS (TEXTO ADAPTADO)**

A sociedade moderna depende de energia para sua existência. Quaisquer sinais de falta de energia – cortes repentinos de energia elétrica, falta de gasolina ou grandes aumentos no custo do gás natural – são suficientes para fragilizar a confiança das pessoas e perturbar os mercados. A energia é um importante tópico químico. Quase toda energia de que dependemos é derivada de reações químicas, como a queima de combustíveis fósseis, as reações químicas ocorridas em baterias ou a formação de biomassa pela fotossíntese. Pense por um momento sobre alguns dos processos químicos com que deparamos no decorrer de um dia normal: nos alimentamos para produzir a energia necessária para a manutenção de nossas funções biológicas. Queimamos combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás natural) para produzir a maior parte da energia que mantém nossas casas e escritórios e que nos transporta de um lugar para outro, de automóvel, avião ou trem. Ouvimos música no formato mp3 em aparelhos movidos a bateria.

A relação entre a mudança química e energia se mostra de diversas formas. As reações químicas que envolvem alimentos e combustão liberam energia. Em contrapartida, a quebra da água em hidrogênio e oxigênio demanda absorção de energia elétrica. Do mesmo modo, o processo químico o qual denominamos fotossíntese, que ocorre em folhas de plantas converte uma forma de energia, a energia radiante do Sol, em energia química. Os processos químicos podem fazer mais do que simplesmente gerar calor; eles podem realizar trabalho, como acionar a ignição de um automóvel, fazer uma semeadeira funcionar etc. O que se pode concluir de tudo isso é que a mudança química geralmente envolve energia. Se queremos compreender a química de forma adequada, temos também que entender as variações energéticas que acompanham a mudança química.

O estudo da energia e suas transformações é conhecido como termoquímica. Essa área de estudo teve seu início durante a Revolução Industrial quando as relações entre calor, trabalho e conteúdo energético de combustíveis fósseis foram estudados no esforço de se maximizar o desempenho de motores a vapor e, ainda hoje, a termoquímica é extremamente importante em todas as áreas da ciência e da engenharia, como veremos ao longo das aulas.

Nestas aulas você ainda verá, entre outras coisas, como se faz a medida do calor envolvido numa reação, como pode ser feita uma estimativa do calor liberado ou absorvido em uma reação mesmo sem realizá-la e como o conhecimento de dados referentes à energia envolvida em processos químicos permite fazer previsões úteis.

### **REFERÊNCIAS**

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: A Ciência Central**. São Paulo: Pearson, 2005. 922p.

CANTO, E. L.; PERUZZO, F.M. **Química na Abordagem do Cotidiano**. São Paulo: Moderna, 2006. 408p.