



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
DOUTORADO

TEREZA CRISTINA CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

UMA IMAGEM VALE MAIS COM MIL PALAVRAS:
ESTUDO SOBRE A PRODUÇÃO DE TEXTOS MULTIMODAIS PARA O ENSINO DO
CONCEITO DE RESPIRAÇÃO PULMONAR

RECIFE-PE
2018

TEREZA CRISTINA CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

UMA IMAGEM VALE MAIS COM MIL PALAVRAS:
ESTUDO SOBRE A PRODUÇÃO DE TEXTOS MULTIMODAIS PARA O ENSINO DO
CONCEITO DE RESPIRAÇÃO PULMONAR

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UFRPE na área de Biologia. Linha de pesquisa: Formação de professores. Orientadora: Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão. Coorientador: Marcelo Machado Martins.

RECIFE - PE
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Nome da Biblioteca, Recife-PE, Brasil

A345i Albuquerque, Tereza Cristina Cavalcanti de
 Uma imagem vale mais com mil palavras: estudo sobre a produção de
 textos multimodais para o ensino do conceito de respiração pulmonar / Tereza
 Cristina Cavalcanti de Albuquerque. – 2018.
 187 f. : il.

Orientadora: Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão.

Coorientador: Marcelo Machado Martins.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Programa de Pós-Graduação em Educação, Recife, BR-PE, 2018.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Multimodalidade 2. Professores - Formação 3. Ciências – Estudo e
ensino I. Carneiro-Leão, Ana Maria dos Anjos, orient. II. Martins, Marcelo
Machado, coorient. III. Título

CDD 507

TEREZA CRISTINA CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

UMA IMAGEM VALE MAIS COM MIL PALAVRAS:
ESTUDO SOBRE A PRODUÇÃO DE TEXTOS MULTIMODAIS PARA O ENSINO DO
CONCEITO DE RESPIRAÇÃO PULMONAR

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UFRPE
na área de Biologia. Linha de pesquisa: Formação
de professores.

Data de Aprovação: 05 de fevereiro de 2018

Banca Examinadora:

Profa. Dr. Cármen Roselaine de Oliveira Farias
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências
Presidente da Banca

Prof. Dr. Marcelo Machado Martins
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
PPGCCDS - UFRPE
Coorientador

Profa. Dra. Edênia Maria Ribeiro do Amaral
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências
Examinadora Interna

Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Júnior
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Examinador Externo

Prof. Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Examinador Externo

*À Ana Cavalcanti, meu exemplo,
À João Carlos Neto (in memoriam), minha saudade,
À Leila Cavalcanti, meu amor,
Às minhas alunas e aos meus alunos, minha alegria.*

AGRADECIMENTOS

Aos estudantes B., J., L. e Y. pela parceria, alegria e dedicação durante o desenvolvimento deste estudo, sem vocês, nada disso seria possível!

À minha filha Leila, por ser a melhor companheira de elaboração de Tese!

Aos meus familiares, pelo incentivo e, principalmente, ao meu sobrinho João Guilherme por editar as imagens!

À profa. orientadora Ana Maria Carneiro-Leão e ao prof. orientador Marcelo Martins, pelos ensinamentos!

Aos meus colegas de turma do doutorado e novos amigos Fernanda, Thiago, Ivoneide, Roseli, Zé, Bruninha, Valéria e Ladjane, pelas aulas mais animadas, almoços clandestinos e troca de saberes! À Risonilta, amiga e colega da Pós, pela parceria!

Às minhas amigas e amigos, colegas de trabalho na Universidade Federal de Alagoas, Sissi Lessa, Joelma Albuquerque, Gorete Amorim, Aline Nomeriano, Lívia Guedes e Elthon Oliveira, pelo incentivo, companheirismo e conversas, e particularmente à professora Elaine Virgínia Souza pela disponibilidade em compartilhar conosco os seus conhecimentos sobre Bioquímica!

Ao professor Israel Alexandria pelos inúmeros diálogos que me fizeram refletir bastante sobre os estudos semióticos, pela disponibilidade em nos receber em suas aulas sobre Fenomenologia, e por tudo mais!

Às minhas professoras do doutorado Edênia Amaral, Helaine Sivini, Anna Paula Brito e Zélia Jófili, pelas aulas inesquecíveis e pelo carinho constante!

Aos professores membros da banca, pelas importantes contribuições!

Aos estudantes, futuros professores, Jefferson Costa e Beatriz Salgueiro, pela parceria!

Aos estudantes da Educação Básica e aos estudantes das Licenciaturas, pela oportunidade de ser o que mais amo: professora!! É na sala de aula que quero sempre estar!!

A seca foi braba naquele ano.
O pai falou: Lá exém um língua de fogo
do lado da Bolívia
e vai lamber todo o pasto.
O menino assustou: Língua de fogo?
O pai explicou ao menino que se tratava
de imagem.
Língua de fogo é apenas uma imagem.
Mas, pela dúvida, o menino retirou seu
cachorro da imagem.

Manoel de Barros

RESUMO

Na linguagem atual, vários modos semióticos (verbal, visual, sonoro e gestual, entre outros) se integram para a construção de um significado, compondo assim, um texto multimodal que em conjunto com os avanços da tecnologia ocupam mais espaços a cada dia, e dentre eles, o espaço de ensino e aprendizagem de ciências. No entanto, embora exista um crescente uso do texto multimodal, este ainda não está sendo explorado em seu pleno potencial, pois muitas vezes os professores não estão instrumentalizados para a leitura necessária à sua compreensão e à sua produção. Sobretudo, ao se considerar o caráter eminentemente abstrato e simbólico de seu conteúdo, a formação inicial de professores de ciências demanda a leitura e a produção de textos multimodais mais contextualizados que possa gerar ações efetivas e qualificadas na prática docente referente ao uso dos diferentes modos de linguagem. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar como os conhecimentos sobre a Multimodalidade inseridos na formação inicial de professores podem contribuir para a leitura e a construção de textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana. No percurso desta investigação foi desenvolvida a disciplina eletiva *Multimodalidade na Educação em Ciências*, ofertada para os cursos de Licenciatura em Química e em Ciências Biológicas, de uma universidade pública brasileira. Os dados foram construídos ao longo de 11 meses de trabalho incorporados a esta disciplina, com um grupo composto por quatro estudantes. A metodologia que orientou o presente estudo foi uma adaptação da Pesquisa Colaborativa (IBIAPINA, 2008) e a análise dos dados empregou as categorias da Gramática do *Design* Visual (KRESS e van LEEUWEN, 2006). As produções dos estudantes analisadas foram: textos multimodais produzidos para videoaulas sobre respiração pulmonar; respostas à entrevista sobre o processo de produção das videoaulas; análise vídeo-gravada sobre os textos multimodais relativos ao sistema respiratório e hematose empregados nas videoaulas; produção do Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre Respiração Pulmonar Humana (CTMER) e validação do CTMER em aula na graduação. Ao mesmo tempo, foram realizadas análises dos textos multimodais sobre respiração pulmonar presentes nos livros didáticos, pela pesquisadora. Os resultados indicam que a implementação dos conhecimentos da Multimodalidade na leitura, na avaliação e na produção de textos multimodais ampliou a capacidade de representação e comunicação dos participantes envolvidos através do uso integrado de diferentes modos de linguagem e possibilitou a construção de material didático (CTMER) para o ensino do conceito de respiração pulmonar humana integrado ao ambiente e aos demais sistemas orgânicos.

Palavras-chave: Multimodalidade. Formação de professores. Educação em Ciências.

ABSTRACT

In today's language, several semiotic modes (verbal, visual, sonorous and gestural, among others) are integrated to construct a meaning, thus composing a multimodal text that together with advances in technology occupy more spaces each day, and among them, the space of teaching and learning of sciences. However, although there is a growing use of multimodal text, it is still not being exploited to its full potential, as teachers are often not instrumental in reading to understand and produce. Above all, in considering the eminently abstract and symbolic character of its contents, the initial formation of science teachers demands the reading and production of more contextualized multimodal texts that can generate effective and qualified actions in the teaching practice regarding the use of different modes of language. In this context, the objective of this study was to analyze how the knowledge about Multimodality inserted in the initial formation of teachers can contribute to the reading and the construction of multimodal texts for teaching about human lung breathing. In the course of this research the elective Multimodality in Science Education course was developed, offered for the undergraduate courses in Chemistry and Biological Sciences, of a Brazilian public university. The data were constructed during 11 months of work incorporated to this discipline, with a group composed by four students. The methodology that guided the present study was an adaptation of the Collaborative Research (IBIAPINA, 2008) and the data analysis employed the categories of Visual Design Grammar (KRESS and van LEEUWEN, 2006). The productions of the analyzed students were: multimodal texts produced for videotapes on pulmonary respiration; answers to the interview about the process of videotape production; video-recorded analysis of the multimodal texts related to the respiratory system and hematoxylin used in videotapes; production of the Set of Multimodal Texts for Teaching Human Pulmonary Respiration (CTMER) and validation of CTMER in class at graduation. At the same time, the researcher analyzed the multimodal texts on lung breathing in the textbooks. The results indicate that the implementation of Multimodality knowledge in reading, evaluation and production of multimodal texts increased the capacity of representation and communication of the participants involved through the integrated use of different modes of language and enabled the construction of didactic material (CTMER) to teach the concept of human lung respiration integrated with the environment and other organic systems.

Keywords: Multimodality. Teacher training. Education in Sciences.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplos das categorias criadas a partir das representações construídas por estudantes do Ensino Fundamental sobre o caminho percorrido pelo ar dentro do corpo humano.	46
Figura 2 - Representações da respiração humana construídas por estudantes do Ensino Fundamental I e II analisadas no estudo de Sá (2007).	47
Figura 3 - Imagem empregada por Cavalcanti (2016) para investigar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o sistema respiratório	50
Figura 4 - Funções da Comunicação Visual estabelecidas pela Gramática do <i>Design Visual</i>	59
Figura 5 - A <i>função representacional</i> e seus elementos constitutivos	62
Figura 6 - Imagem de revista de popularização científica para exemplificar a <i>função representacional narrativa de processo mental</i>	63
Figura 7 - Imagem do livro didático para exemplificar a <i>função representacional narrativa de conversão</i>	64
Figura 8 - Página do livro didático, representativo da <i>função classificatória</i>	66
Figura 9 - Imagem representativa da <i>função representacional conceitual analítica</i>	67
Figura 10 - Imagem representativa da <i>função representacional simbólica</i>	68
Figura 11 - Diagrama sobre as dimensões em que as relações interacionais entre o leitor e a imagem são estabelecidas	70
Figura 12 - Imagem da capa da revista CHC na qual se observam aspectos interacionais.	71
Figura 13 - Diagrama sobre a <i>função composicional</i> e seus elementos constitutivos.	73
Figura 14 - Representação do <i>valor informacional</i> da imagem, a partir de sua composição... ..	73
Figura 15 - Propaganda do Ministério da Saúde sobre o combate à sífilis	74
Figura 16 - TM veiculado em página de livro didático sobre o sistema respiratório 1	93
Figura 17 - TM veiculado em página de livro didático sobre o sistema respiratório 2	95
Figura 18 - TM veiculado em página de livro didático com imagem sobre os movimentos respiratórios	96
Figura 19 - TM veiculado em página de livro didático sobre hematóse 1	98
Figura 20 - TM veiculado em página de livro didático sobre hematóse 2	99
Figura 21 - Texto verbal empregado na vídeoaula da estudante B	103
Figura 22 - Texto multimodal TMB1 empregado na vídeoaula da estudante B	104
Figura 23 - Texto multimodal TMB2 empregado na vídeoaula da estudante B	105
Figura 24 - Texto multimodal TMB3 empregado na vídeoaula da estudante B	106
Figura 25 - Texto multimodal TMB4 empregado na vídeoaula da estudante B	106
Figura 26 - Texto multimodal TMB5 empregado na vídeoaula da estudante B	108
Figura 27 - Imagens da vídeoaula da estudante B	110
Figura 28 - <i>Slide 1</i> empregado na vídeoaula do estudante J.	111
Figura 29 - Textos multimodais TMJ1 e TMJ2 empregados na vídeoaula do estudante J	112
Figura 30 - Texto multimodal TMJ3 empregado na vídeoaula do estudante J	112
Figura 31 - Texto multimodal TMJ4 empregado na vídeoaula do estudante J	113
Figura 32 - Textos multimodais TMJ5, TMJ6, TMJ7, TMJ8, TMJ9 e TMJ10 empregados na vídeoaula do estudante J	114
Figura 33 - Texto multimodal TMJ11 empregado na vídeoaula do estudante J	115
Figura 34 - Texto multimodal TMJ12 empregado na vídeoaula do estudante J	116
Figura 35 - Textos multimodais TMJ13 e TMJ14 empregados na vídeoaula do estudante J	117
Figura 36 - Textos multimodais TMJ15 e TMJ16 empregados na vídeoaula do estudante J	117
Figura 37 - Texto multimodal TMJ17 empregado na vídeoaula do estudante J	118
Figura 38 - Imagem da vídeoaula do estudante J	119
Figura 39 - Textos verbais 1 e 2 empregados na vídeoaula do estudante L	120

Figura 40 - Texto multimodal TML1 empregado na vídeoaula do estudante L.....	121
Figura 41 - Texto multimodal TML2 empregado na vídeoaula do estudante L.....	122
Figura 42 - Imagem do Texto multimodal TML2 com marcações incluídas.....	123
Figura 43 - Texto multimodal TML3 empregado na vídeoaula do estudante L.....	124
Figura 44 - Texto verbal empregado na vídeoaula do estudante L	124
Figura 45 - Imagem da vídeoaula do estudante L	126
Figura 46 - Textos multimodais TMY1, TMY2 e TMY3 empregados na vídeoaula da estudante Y	127
Figura 47 - Textos multimodais TMY4 e TMY5 empregados na vídeoaula da estudante Y	128
Figura 48 - Texto multimodal TMY6 empregado na vídeoaula da estudante Y	129
Figura 49 - Texto multimodal TMY7 empregado na vídeoaula da estudante Y	131
Figura 50 - Imagens da vídeoaula da estudante Y.....	132
Figura 51 - Registros dos encontros para análise das imagens utilizadas nos TM produzidos pelos estudantes do GC sobre o sistema respiratório e a hematose.....	137
Figura 52 - TM produzidos pelos estudantes do GC sobre o sistema respiratório.....	138
Figura 53 - TM produzidos pelos estudantes dos GC sobre a hematose.....	139
Figura 54 - Imagens da elaboração, pelo GC, da primeira parte do desenho esquemático sobre respiração.....	144
Figura 55 - Desenho esquemático para o ensino sobre Respiração Humana, construído pelo GC	145
Figura 56 - Diagrama representativo do Ciclo de Ações desempenhado pelo Grupo Colaborativo	146
Figura 57 - Demonstrativo das adaptações da imagem sobre movimentos respiratórios realizadas pelo GC.....	154
Figura 58 - Demonstrativo das adaptações da imagem sobre alvéolos pulmonares realizadas pelo GC.....	155
Figura 59 - Demonstrativo das adaptações da imagem sobre hematose realizadas pelo GC	156
Figura 60 - Texto multimodal para ensino sobre respiração pulmonar humana 1: primeira e segunda versões.....	158
Figura 61 - Texto multimodal para ensino sobre respiração pulmonar humana 2: primeira e segunda versões.....	160
Figura 62 - Texto multimodal para ensino sobre respiração pulmonar humana 3: primeira e segunda versões.....	162
Figura 63 - Texto multimodal para ensino sobre respiração pulmonar humana 4: primeira e segunda versões.....	163
Figura 64 - Texto multimodal para ensino sobre respiração pulmonar humana 5: primeira e segunda versões.....	166

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Mitos sobre o uso de imagens	79
Quadro 2 - Principais dificuldades de estudantes e professores no uso de imagens	81
Quadro 3 – Etapas da pesquisa	85
Quadro 4 - Organização da análise de dados da pesquisa	89
Quadro 5 - Referências bibliográficas dos livros didáticos que sofreram análise.....	91
Quadro 6 - Elementos evidenciados na análise dos TM utilizados nas vídeoaulas.....	133
Quadro 7 - Cronograma dos encontros do Grupo Colaborativo para a produção do CTMER	143
Quadro 8 – Cronograma dos episódios da produção do desenho esquemático que serão analisados.....	147
Quadro 9 – Transcrição do episódio 1: Representação do ser humano no ambiente	148
Quadro 10 - Transcrição do episódio 2: Representação da Ampliação do Saco Alveolar.....	150
Quadro 11 – Transcrição do episódio 3: Representação do Processo de Hematose	151

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

CTMER	Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre Respiração Pulmonar Humana
DE	Desenho Esquemático
GC	Grupo Colaborativo
GDV	Gramática do <i>Design</i> Visual
LD	Livro Didático
MC	Mapa Conceitual
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
TM	Texto Multimodal

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
CAPÍTULO 1 - A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SUA LINGUAGEM	22
1.1 Um pouco sobre a história do surgimento do texto ilustrado para a divulgação da Ciência	23
1.2 Contribuições dos Estudos Semióticos.....	31
1.2.1 <i>A Semiótica Social</i>	31
1.3 A integração entre as diferentes linguagens para o Ensino de Ciências.....	34
1.3.1 <i>A interação entre fala, gesto e proxêmica</i>	36
1.3.2 <i>Textos Multimodais: o elo integrador</i>	36
1.4 O texto multimodal para o ensino a aprendizagem sobre Respiração Humana 42	
1.4.1 <i>Pesquisas brasileiras sobre a Respiração Humana</i>	45
1.5 A Formação de professores no contexto da comunicação multimodal.....	51
CAPÍTULO 2 - A GRAMÁTICA DO <i>DESIGN VISUAL</i> E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	55
2.1 A Função Representacional	61
2.1.1 <i>Função Representacional Narrativa</i>	62
2.1.2 <i>Função Representacional Conceitual</i>	65
2.1.2.1 <i>Função Representacional Conceitual Classificatória</i>	65
2.1.2.2 <i>Função Representacional Conceitual Analítica</i>	67
2.1.2.3 <i>Função Representacional Conceitual Simbólica</i>	68
2.2 A Função Interacional.....	69
2.3 A Função Composicional	72
2.4 Relações entre Imagem e Texto.....	75
2.5 As Dificuldades na Leitura de Textos Multimodais	78
CAPÍTULO 3 - CAMINHOS DA PESQUISA	82
3.1 Abordagem Metodológica.....	82

3.2 Paisagem da Pesquisa.....	83
3.3 Integrantes da Pesquisa – Grupo Colaborativo.....	84
3.4 Procedimentos Metodológicos	85
3.4.1 <i>Produção individual de Texto Multimodal para videoaulas sobre respiração humana</i>	85
3.4.2 <i>Produção de análise colaborativa dos textos multimodais produzidos</i>	87
3.4.3 <i>Produção colaborativa de Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre</i> <i>Respiração Pulmonar Humana (CTMER)</i>	87
3.4.4 <i>Pesquisa documental sobre textos multimodais presentes em livros didáticos da</i> <i>Educação Básica, sobre o conteúdo respiração humana</i>	88
3.4.5 <i>Validação do CTMER em aula na graduação</i>	88
3.5 Instrumentos de Pesquisa	89
3.6 Análise dos Dados	89
CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	91
4.1 Análise de Textos Multimodais (TM) sobre a Respiração Humana presentes em Livros Didáticos	91
4.1.1 <i>Conclusão: elementos evidenciados na análise</i>	101
4.2 Análise dos textos multimodais utilizados pelos estudantes do GC nas videoaulas	102
4.2.1 <i>Análise do Conjunto de Textos Multimodais B</i>	103
4.2.1.1 <i>Análise do Texto Multimodal TMB1</i>	103
4.2.1.2 <i>Análise do Texto Multimodal TMB2</i>	104
4.2.1.3 <i>Análise dos Textos Multimodais TMB3 e TMB4</i>	105
4.2.1.4 <i>Análise do Texto Multimodal TMB5</i>	107
4.2.1.5 <i>Entrevista sobre a Produção da Videoaula – Estudante B</i>	109
4.2.1.6 <i>Conclusões</i>	109
4.2.2 <i>Análise do Conjunto de Textos Multimodais J</i>	110
4.2.2.1 <i>Análise do Texto Multimodal TMJ4</i>	112

4.2.2.2 <i>Análise dos Textos Multimodais TMJ5, TMJ6, TMJ7, TMJ8, TMJ9, TMJ10</i>	113
4.2.2.3 <i>Análise do Texto Multimodal TMJ11</i>	114
4.2.2.4 <i>Análise dos Textos Multimodais TMJ12, TMJ13 e TMJ14</i>	115
4.2.2.5 <i>Análise do Texto Multimodal TMJ17</i>	118
4.2.2.6 <i>Entrevista sobre a Produção da Videoaula – Estudante J</i>	118
4.2.2.7 <i>Conclusões</i>	119
4.2.3 <i>Análise do Conjunto de Textos Multimodais L</i>	120
4.2.3.1 <i>Análise do Texto Multimodal TML1</i>	120
4.2.3.2 <i>Análise do Texto Multimodal TML2</i>	121
4.2.3.3 <i>Análise do Texto Multimodal TML3</i>	123
4.2.3.4 <i>Entrevista sobre a Produção da Videoaula – Estudante L</i>	125
4.2.3.5 <i>Conclusões</i>	125
4.2.4 <i>Análise do Conjunto de Textos Multimodais Y</i>	126
4.2.4.1 <i>Análise dos Textos Multimodais TMY1, TMY2 e TMY3</i>	126
4.2.4.2 <i>Análise dos Textos Multimodais TMY4 e TMY5</i>	128
4.2.4.3 <i>Análise do Texto Multimodal TMY6</i>	129
4.2.4.4 <i>Análise do Texto Multimodal TMY7</i>	130
4.2.4.5 <i>Entrevista sobre a Produção da Videoaula – Estudante Y</i>	131
4.2.4.6 <i>Conclusão sobre Conjunto dos TMY</i>	131
4.2.5 <i>Análise comparativa dos textos multimodais (TM) utilizados pelos estudantes nas videoaulas</i>	132
4.2.6 <i>Conclusão: elementos evidenciados na análise comparativa entre os quatro conjuntos de TM</i>	135
4.3 <i>Exame da análise produzida pelo grupo colaborativo sobre TM relativos ao sistema respiratório e à hematose empregados nas videoaulas</i>	137
4.3.1 <i>Textos Multimodais sobre o sistema respiratório</i>	137
4.3.2 <i>Textos Multimodais sobre a hematose</i>	139
4.3.3 <i>Conclusão: elementos evidenciados na análise</i>	140

4.4 Análise da produção do Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre Respiração Pulmonar Humana (CTMER).....	141
<i>4.4.1 Análise do processo de produção colaborativa do CTMER.....</i>	<i>142</i>
<i>4.4.1.1 Proposta de análise do desenho esquemático – Ciclo de Ações.....</i>	<i>145</i>
<i>4.4.1.1.1 Análise do Episódio 1: Representação do Ser Humano no ambiente</i>	<i>147</i>
<i>4.4.1.1.2 Análise do Episódio 2: Representação da Ampliação do Saco Alveolar</i>	<i>149</i>
<i>4.4.1.1.3 Análise do Episódio 3: Representação do Processo de Hematose</i>	<i>150</i>
<i>4.4.1.2 Conclusões: elementos evidenciados na análise</i>	<i>153</i>
<i>4.4.2 Análise dos participantes do CTMER produzido</i>	<i>153</i>
<i>4.4.2.1 Proposta de análise dos participantes do CTMER produzido.....</i>	<i>156</i>
<i>4.4.2.1.1 Análise do TMER 1 – A respiração pulmonar humana</i>	<i>157</i>
<i>4.4.2.1.2 Análise do TMER2 – Representação da estrutura respiratória</i>	<i>159</i>
<i>4.4.2.1.3 Análise do TMER3 – Representação dos movimentos respiratórios</i>	<i>161</i>
<i>4.4.2.1.4 Análise do TMER4 – Representação da hematose.....</i>	<i>163</i>
<i>4.4.2.1.5 Análise do TMER5 – Representação da pequena e grande circulação.....</i>	<i>165</i>
<i>4.4.2.2 Conclusões – Elementos evidenciados na análise</i>	<i>167</i>
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES.....	169
Referências Bibliográficas	174
APÊNDICE 1	181
APÊNDICE 2	182
APÊNDICE 3	183
APÊNDICE 4	184
APÊNDICE 5	185
APÊNDICE 6	186
APÊNDICE 7	187

INTRODUÇÃO

“As imagens, assim como as palavras, são a matéria de que somos feitos”

(Alberto Manguel, 2001, p.21)

A paisagem da sala de aula é composta por diversos elementos. Alguns permanecem desde a sua fundação, outros já extintos, alguns são recém-chegados. Esta dinâmica paisagem possui um ritmo próprio que influencia e é influenciada pelos contextos social, cultural e tecnológico, mas não os definem ou é por eles definida, de modo que os elementos desta paisagem vão sendo transformados e a dinâmica entre eles também.

As pesquisas que investigam esta paisagem também vão se transformando: em um momento o foco da pesquisa é na ação do professor, em outro momento é na ação e interação entre estudantes; em um momento o foco é no discurso do professor, em outro momento é no discurso do livro didático.

O que parece não mudar é o interesse de que ao participar ou investigar esta paisagem, a busca do aperfeiçoamento das relações existentes provoque a melhoria das situações de ensino e aprendizagem.

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos em *design* gráfico e mídias de comunicação têm provocado transformações nesta paisagem da sala de aula, sobretudo na sala de aula de ciências. De acordo com Lúcia Santaella (2012), a área de estudos sobre Ciências Naturais foi uma das que mais se beneficiou do grande desenvolvimento que os avanços da tecnologia proporcionaram para a composição de imagens em livros didáticos, revistas de divulgação científica, *sites* e *softwares*. Assim, os conteúdos processuais e abstratos, próprios desta área de conhecimentos, passaram a ser representados através de modelos explicativos em linguagens visuais cada vez mais elaboradas.

Estas novas imagens empregadas para o ensino de ciências têm sido objeto de investigações¹, especialmente as que compõem o livro didático, que passou a empregar não apenas uma melhor qualidade de imagens, mas também uma maior quantidade delas. Destarte, as pesquisas investigaram a função exercida pela imagem, a presença de erros conceituais, a relação entre o

¹ Entre as diversas investigações podemos citar: Martins et al. (2003); Silva e Compiani (2006); Martins (2010); Souza, Rego e Gouvêa (2010); Pereira e Terrazan (2011); Pralon (2011); Navarro e Ursi (2011); Ruppenthal (2013); Lobo e Martins (2014); López-Manjón e Postigo (2014).

texto e a imagem, como os estudantes leem a imagem, os tipos de imagem, seu grau de iconicidade, a proporção de espaço ocupado na página do livro didático, dentre outros elementos constituintes desta manifestação de linguagem que é a do visual. Todas estas pesquisas colaboraram para destacar a importância da imagem como um recurso inerente à construção de conhecimentos em Ciências Naturais, que precisa ser evocado no processo de ensino e aprendizagem pois não é mais apenas um adorno do livro, é um modo de linguagem que produz significado.

A partir do momento em que a imagem passa a ser considerada como um integrante da paisagem da sala de aula que produz significado é preciso habilitar professores e estudantes para refletir sobre esta nova configuração. Uma imagem, assim como um texto verbal produz significado. Uma imagem, então, vale mais do que mil palavras? Não. Cada modo semiótico possui sua importância, mas uma imagem vale mais em interação com as palavras. Assim como as palavras valem mais em interação com imagens, sobretudo, na Educação em Ciências.

Um novo olhar sobre o estudo das imagens para o ensino de ciências está sendo proposto no presente estudo, ressignificada, a presença da imagem na paisagem da sala de aula é revista. Deste modo, parte-se da compreensão de que as imagens chegam até professores e estudantes por meio de textos multimodais e não como um elemento isolado, ou seja, a imagem, o título, as legendas, as etiquetas verbais e o corpo do texto verbal presentes na página do livro didático, por exemplo, interagem e compõem juntos um todo significativo.

Este novo olhar, por meio da presente pesquisa, propõe que o desenvolvimento de novas habilidades e competências visuais poderão contribuir para a leitura deste texto multimodal, a partir do estudo sobre a Gramática do *Design Visual* (Kress e van Leeuwen, 2006), referencial teórico e instrumental utilizado para colaborar com a ampliação dos novos saberes necessários e requeridos para a leitura e a produção de imagens.

Principalmente, a partir deste novo olhar, o presente estudo propõe que os textos multimodais possam ser produzidos pelos professores, considerando a adequação deles à realidade vivenciada em cada paisagem de sala de aula, a partir da instrumentalização advinda dos estudos sobre a Gramática do *Design Visual*.

A paisagem atual da sala de aula carece desta formação para a leitura e a produção de textos multimodais. Professores e estudantes, em sua maioria, continuam repetindo uma prática que valoriza o texto verbal e trata a imagem como “transparente” (Kress e van Leeuwen, 2006). Novas práticas precisam ser construídas para que todos os avanços na construção de textos

multimodais para o ensino, a partir do uso de novas tecnologias e novas composições interacionais entre os diversos elementos presentes nestes textos, possam realmente construir novas formas de aprender e ensinar ciências.

Portanto, a presente pesquisa parte da reflexão sobre *Como os conhecimentos da Gramática do Design Visual poderão contribuir no processo de leitura e construção de textos multimodais para o ensino?* A resposta a esta pergunta visa colaborar para a constituição de uma nova paisagem da sala de aula, uma paisagem em que os conhecimentos de outras áreas de estudo – no caso, a Semiótica Social, na qual a Gramática do *Design Visual* é referenciada – possam interagir para a melhoria das condições de ensino e aprendizagem em ciências. Esta interação é possível, necessária e urgente.

No percurso desta investigação foi criada e desenvolvida a disciplina eletiva *Multimodalidade na Educação em Ciências*, ofertada para os cursos de Licenciatura em Química e em Ciências Biológicas, de uma universidade pública federal brasileira. Os dados que permitiram a busca de respostas para o problema que orienta esta pesquisa foram construídos em diferentes momentos e através de diversos instrumentos investigativos ao longo de 11 meses de trabalho² com a turma formada por quatro estudantes. A partir do estabelecimento desta turma de graduação como um grupo colaborativo para o desenvolvimento de ações que serviriam para a construção dos dados desta pesquisa, foi discutido que seria indispensável a definição de um conteúdo específico para concretizar estas ações. Assim, foi definido que *o processo da respiração pulmonar humana* seria o conteúdo específico alvo das ações de leitura e produção de textos multimodais para o ensino. Os objetivos deste estudo são:

Objetivo Geral:

- *Analisar como os conhecimentos sobre Multimodalidade inseridos na formação inicial de professores contribuíram para a leitura e a construção de textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana.*

Objetivos específicos:

- *Avaliar textos multimodais sobre respiração pulmonar humana presentes nos livros didáticos de ciências e biologia;*

² A extensão do período letivo deve-se às ocupações estudantis nas Universidades Públicas que ocorreu por todo o país, na luta popular contra as reformas impostas pelo Governo Federal através da PEC241/55 que instituiu o congelamento dos investimentos nos setores da Educação e da Saúde públicas durante vinte anos. A Universidade na qual a disciplina foi desenvolvida ficou ocupada por dois meses, durante este período ocorreram dois encontros, um em cada mês.

- *Analisar as relações existentes entre os modos verbais e visuais dos textos multimodais presentes nos livros didáticos e slides produzidos pelo Grupo Colaborativo;*
- *Estudar os principais conceitos da Gramática do Design Visual envolvidos na construção e leitura de textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana;*
- *Avaliar a importância da produção de textos multimodais na formação inicial de professores para a Educação em Ciências.*

Para atingir o intento proposto, esta Tese foi dividida em cinco capítulos. No capítulo 1 apresenta-se um breve resgate histórico sobre o surgimento dos textos ilustrados e dos estudos que investigaram as contribuições dos diferentes modos semióticos, discutindo como o texto ilustrado passou a se constituir um texto multimodal, implicando, assim, a necessidade de novas habilidades na formação de professores.

No capítulo 2 fundamenta-se teoricamente a concepção semiótica defendida neste estudo. Neste percurso são discutidos os principais conceitos da Gramática do *Design* Visual a partir de pesquisas sobre textos multimodais da área da Educação em Ciências.

O capítulo 3 está dedicado a apresentar os aspectos metodológicos que conduziram a presente investigação, assim como a proposta de análise dos dados construídos.

O capítulo 4 discutem-se os dados construídos nas diferentes etapas da pesquisa, a partir de análises baseadas na Gramática do *Design* Visual e categorias construídas a partir destes dados.

Por fim, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões e considerações finais do estudo.

CAPÍTULO 1 - A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E SUA LINGUAGEM

*Vemos mais imagens em uma semana do que as pessoas
há cem anos veriam durante a vida toda.*
(Sense 8. Série televisiva.
T.2: Ep.: 4, 2017)

O ensino e a aprendizagem em ciências pressupõem o ensino e a aprendizagem de uma nova linguagem (WARTHA, 2013). Em cada área da Ciência – Química, Física, Biologia, Astronomia, entre outros – existe uma linguagem própria que é compartilhada pelos componentes deste grupo e que abarca o uso de diferentes modos semióticos³ para representar ou comunicar fenômenos e conceitos científicos. O pesquisador Edson Wartha, em sua tese sobre processos de ensino e aprendizagem em Química, discute esta característica:

As Ciências Naturais e a Química em particular, fazem uso extensivo de modelos, ou seja, representações *simplificadas* ou idealizadas de um mundo real para divulgar o conhecimento científico sobre ele. O conhecimento é uma linguagem e para compreender esta linguagem, ou seja, compreender um conceito ou um conteúdo é necessário compreender sua linguagem. Portanto, para estudar e entender a Química é necessário em primeiro lugar, aprender esta linguagem (2013, p.22. Destaque do autor).

Neste processo de aprendizagem da linguagem na Educação em Ciências, observa-se que o uso de diferentes modos semióticos de forma integrada é uma prática inerente à ação educativa, pois na construção de seus modelos explicativos sobre o mundo o estudante utiliza imagens, gestos, sons e demais modos que poderão gerar significados. Da mesma forma, o professor emprega estes diferentes modos e em diferentes meios semióticos⁴ na sala de aula de ciências para oportunizar que este ambiente multimodal possa gerar novos conhecimentos. Para Kress *et al.* (2001, p.11) este é um aspecto característico na sala de aula de ciências, pois “as ‘coisas’ concretas usadas na comunicação das matérias da educação científica não podem ser ignoradas. Os materiais, produtos químicos, aparelhos e modelos são todos imbuídos de significado e, portanto, chamam a atenção para o papel da ação no processo de aprendizagem” e são estas “coisas” que tornam o ensino de ciências uma prática cada vez mais multimodal.

³ Modo semiótico é a representação e a comunicação de um significado. A fala, a escrita, a imagem, o gesto são modos semióticos. Ou seja, o modo é um sistema de produção de significado (Kress *et al.* 2001).

⁴ Meio semiótico é a materialidade através da qual o modo pode ser expresso. A fala é um modo que é materializado pelo som; a música também é materializada pelo som.

Dentre os diferentes modos semióticos envolvidos na construção e comunicação de significados na Educação em Ciências, o uso de imagens⁵ tem se destacado por conta do desenvolvimento tecnológico que favoreceu a produção e divulgação de imagens cada vez mais elaboradas para representar conteúdos abstratos e estruturas (microscópicas e macroscópicas) de fenômenos “que muitas vezes são consideradas indispensáveis para a compreensão do conceito” (ALBUQUERQUE, SÁ e CARNEIRO-LEÃO, 2014, p.7140).

O aprimoramento das imagens em conjunto com a ampliação de seu uso na sala de aula de ciências através da consulta aos livros, aos *sites* e à projeção de *slides*, não apenas na Educação Básica, mas também no Ensino Superior, tem provocado a expansão das pesquisas sobre como a linguagem visual se insere no contexto da aprendizagem em ciências e como esta linguagem dialoga com a linguagem verbal na constituição dos textos multimodais cada vez mais presentes neste contexto. Kress e van Leeuwen (2006) definem o texto multimodal como “uma interação semiótica em que cada modo, o verbal e o visual, tem um papel definido e igual a desempenhar” (p.113) e esta interação entre imagem e texto verbal tem sido fundamental para a Educação em Ciências.

Neste sentido, será apresentado neste capítulo um breve resgate sobre o surgimento das primeiras publicações ilustradas que introduzem a discussão sobre as relações inicialmente estabelecidas entre a linguagem verbal e visual, para em seguida apresentar como os estudos semióticos, e a Semiótica Social em particular, têm colaborado para a compreensão das relações entre os diferentes modos semióticos e, ainda, como as pesquisas na área da Educação em Ciências têm seguido um percurso que aponta para a necessidade da compreensão da natureza multimodal do processo de ensino e aprendizagem. Por fim, como forma de estabelecer um estudo contextualizado sobre a integração entre os modos e os meios semióticos e sua importância na formação de professores de ciências, apresenta-se a discussão sobre os textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana.

1.1 Um pouco sobre a história do surgimento do texto ilustrado para a divulgação da Ciência

A presença cada vez mais evidente da linguagem visual em materiais didáticos e de divulgação científica poderia ser considerada uma exigência atual, devido ao desenvolvimento das

⁵ Devido à amplitude do significado do termo “imagem”, definiu-se que será tratado neste estudo a imagem fixa, impressa ou projetada em *slides* ou telas de computador.

tecnologias para a produção e disseminação de imagens sobre fenômenos científicos nos mais diferentes suportes (livros, revistas, cartazes, *blogs*, *sites*, dentre outros). No entanto, o uso de imagens para o conhecimento e a divulgação científica não é um advento do século XXI, pois tem o seu início através das impressões de xilogravuras na Europa do século XIV e desde então se apresenta como um recurso para o que se quer representar e comunicar dentro e fora das instituições de ensino. Antes do advento da imprensa europeia (1455), as publicações já utilizavam imagens e o surgimento dos livros impressos e ilustrados aumentaram o acesso do público iletrado aos conteúdos veiculados por conta das imagens que narravam estes conteúdos, pois assim os iletrados poderiam ler os livros impressos (BELTRAN, 2000)⁶.

Em um estudo sobre as publicações ilustradas entre os séculos XVI e XVII, que explora de que forma as imagens indicam a passagem da Alquimia para a Química, a autora Maria Helena Beltran, evidencia que nos incunábulo⁷ as imagens “além de servirem para o embelezamento dos livros, eram principalmente apresentadas como formas de auxiliar os poucos leitores da época a acompanharem o texto” (BELTRAN, 2000, p.31), compreendendo tanto a literatura popular como a científica⁸. Dentre os temas divulgados pelos incunábulo que estavam relacionados à literatura científica poderiam ser encontrados manuais de medicina popular e manuais de astrologia. Só mais tarde as ilustrações seriam valorizadas para a veiculação de informações visuais como a elaboração de mapas, procedimentos em laboratórios, construção de equipamentos técnicos ou descrição anatômica de animais e características de plantas. De acordo com a autora, este papel fundamental da imagem “foi sendo reconhecido e modificado à medida que esses conhecimentos práticos foram deixando de ser transmitidos exclusivamente pela tradição oral e passaram a ser divulgados de forma mais ampla nos livros impressos.” (*ibid.*, p.13).

Ainda sobre a veiculação dos livros ilustrados, o pesquisador Chartier (1999, apud GOUVÊA e MARTINS, 2001) destacou que, nos primeiros livros ilustrados, as imagens eram impressas em páginas separadas devido à limitação da técnica de impressão e apenas com o emprego de técnicas de impressão mais sofisticadas é que “as imagens puderam ser impressas com os textos e, desta forma, possibilitar diferentes formas de interação entre estes (por exemplo, repetição,

⁶ No presente estudo optou-se por algumas publicações mais acessíveis e referenciados na área da Educação em Ciências.

⁷ Incunábulo são as obras produzidas nos primórdios da invenção da imprensa com tipos móveis, de meados do século XV até o ano de 1500.

⁸ Beltran (2000) destaca que os leitores analfabetos acompanhavam leituras públicas em voz alta e que a publicação de textos ilustrados correspondeu também aos interesses dos editores na ampliação do mercado consumidor. Havia, no entanto, um certo preconceito das pessoas letradas que consideravam os textos ilustrados como “literatura para iletrados”.

contraste, elaboração, síntese, etc.) e de leitura” (GOUVÊA e MARTINS, 2001, p.42). A relação entre a imagem e o texto tem sido, a partir do século XIX, uma constante nos livros dedicados aos fenômenos e conceitos científicos por conta da natureza destes que demandam o diálogo entre as duas linguagens.

Nas pesquisas sobre as ilustrações empregadas por naturalistas dos séculos XVIII e XIX, a autora Cristina Bruzzo (2004) desvela como o desenvolvimento da ilustração científica influenciou a forma de construção de conhecimentos na área de Biologia:

Se existe uma articulação entre imagem e conhecimento na educação em biologia, talvez tenhamos que admitir que as imagens possam modificar a maneira de conhecer de uma determinada área de conhecimento e reconhecer que a imagem pode ter uma influência importante na prática e na reflexão educativas. O fato de o estudo da natureza expressar-se por meio de imagens possivelmente configura a organização do conhecimento na biologia. Para além das importantes reflexões que resultem do estudo dos usos que fazemos do material iconográfico em biologia, parece-me instigante pensar que o modo como nessa área se realiza a pesquisa, a divulgação e o ensino é marcado pela presença de imagens, as quais estão inscritas de forma irrefragável no conhecimento produzido. A partir destas inquietações podemos pensar se algo a respeito da representação da natureza e da nossa forma de pensar sobre o mundo natural pode estar nas imagens visuais melhor que o texto escrito poderia apresentar ou, ainda, se é possível que nas imagens possamos encontrar aspectos que o discurso escrito habitualmente não traz (BRUZZO, 2004, p.1375).

De acordo com a autora, as imagens têm um papel fundamental na produção de conhecimentos nesta área, construindo representações que não poderiam ser alcançadas por outro tipo de linguagem. Neste estudo há exemplos de como diferentes formas de representação foram sendo transformadas: num determinado período histórico, o importante era uma representação dos traços mais marcantes da espécie, sem preocupação com os detalhes; noutro período os pequenos detalhes de cada espécie deveriam ser obrigatoriamente apresentados; o cenário também foi alvo de uma maior valorização em alguns momentos, em detrimento da espécie alvo; como também a interpretação do humor e do caráter da espécie através do uso de cores. Atualmente predominam, ainda de acordo com a autora “ilustrações mais ‘limpas’, sem detalhes, sem cenário, sem prosa apaixonada” (BRUZZO, 2004, p.1372). E em suas considerações finais, a autora destaca que “os recursos criados para expressar e ampliar as possibilidades visuais ainda são aprimoramentos das nossas possibilidades de pensar o mundo” (*ibid.*, p.1375). Ou seja, a construção de conhecimentos anda lado a lado com a sua representação visual.

No século XX os livros didáticos são considerados, por motivos diversos, o principal recurso para a divulgação do saber científico no meio educacional, e as autoras Regina Silva e Sílvia Trivelato (1999), por considerá-los como o “principal material curricular” e que muitas vezes se configura como o único que estudantes e professores utilizam, analisaram livros didáticos (LD) de Biologia para o ensino médio em um estudo que abrangeu 49 livros didáticos publicados no período entre 1917 a 1998. Para as autoras, o LD é “portador de um conhecimento resumido e simplificado ao nível do aluno, traz as informações ‘prontas’ para consumo, o que propicia aos professores segurança e sistematização do conteúdo a ser ensinado” (SILVA e TRIVELATO, 1999, p.2). Dentre os diversos elementos de análise desenvolvidos neste referido estudo há o exame da presença de ilustrações, mas sem a preocupação sobre sua legibilidade, sua relação com o texto verbal ou suas potencialidades para facilitar a aprendizagem dos estudantes. O seu estudo, no entanto, é importante para evidenciar o início e a ampliação da presença de fotografias e “desenhos/esquemas” nos LD, associados ao desenvolvimento dos recursos tecnológicos.

Desta forma, percebe-se que a partir da década de 1930 surgem as primeiras fotografias nos LD, enquanto os desenhos/esquemas estão presentes desde o início e compõem 47 exemplares de LD dentre os 49 examinados (estando ausentes apenas nos livros referentes aos anos de 1932 e 1952, que também não apresentavam fotografias). A presença mais constante dos desenhos/esquemas em detrimento da fotografia pode ser explicada devido ao fato de que o desenho destaca na imagem os elementos que se quer tratar, enquanto a fotografia registra “como se é na realidade”. Outro elemento importante é a introdução de páginas coloridas – pela primeira vez em 1962 e a partir de 1993 em todas as edições – que contribui para o aprimoramento das imagens e também para a construção de convenções das imagens destinadas ao ensino de Ciências (SILVA e TRIVELATO, 1999).

Devido à importância dada ao LD como instrumento de ensino e planejamento, muitos outros estudos foram desenvolvidos para investigar nele, a relação entre a imagem e o texto e a sua importância para o ensino no Brasil (CARNEIRO, 1997; MARTINS, 1997; MARTINS, 2001; MARTINS *et al.*, 2003; MARTINS e GOUVÊA, 2005; BRUZZO, 2004; GOUVÊA; CORREIA e OLIVEIRA, 2010; SOUZA, 2011; GOUVÊA, OLIVEIRA e SOUZA, 2014; BADZINSK e HERMEL, 2015) e também no exterior (CARVALHO; SILVA e CLÉMENT, 2007; FANARO e OTERO, 2007; LOPEZ-MANJON e POSTIGO, 2014) por serem os LD considerados os principais aportes para o ensino em sala de aula.

Estudos mais recentes têm investigado também as produções de artigos acadêmicos sobre o uso de imagens. A partir de um resgate histórico na área da Educação em Ciências no Brasil, as autoras Souza, Rego e Gouvêa (2010) constataram que entre os anos de 1998 e 2007 a temática apresenta um crescente de interesse – 63,8% dos artigos analisados foram publicados entre 2004 e 2007 – e que os estudos majoritariamente tratam “a imagem como objeto central de estudo e não como recurso para a investigação de outras questões” (p.96). Por conta disto, há uma predominância do emprego do referencial teórico da semiótica e da cognição nestes trabalhos visto que tratam, respectivamente, das diferentes formas de linguagem e da compreensão humana. Este estudo evidenciou também a existência de maior quantidade de pesquisas sobre as imagens do livro didático (25 artigos dentre os 47 analisados) em comparação com outras mídias como revistas de divulgação científica, *softwares* e vídeos. Os artigos empíricos⁹ da amostra se referiam ao contexto escolar e foram desenvolvidos predominantemente na Educação Básica, em comparação com as pesquisas na educação superior.

Em outro estudo sobre artigos que tratavam a respeito do uso de imagens, as pesquisadoras Tereza Albuquerque e Ana Maria Carneiro-Leão (2015) investigaram os artigos apresentados no ENPEC¹⁰ no período entre 2005 e 2014, compreendendo cinco edições do evento. Nesta pesquisa, buscou-se por artigos que empregaram o referencial da semiótica, em suas diversas abordagens e, na sequência, foi aprofundada a análise dos artigos baseados na semiótica peirceana. Foram identificados 24 trabalhos e evidenciou-se um aumento no interesse sobre o tema por conta da concentração de maior número de publicações nas duas últimas edições do evento (anos de 2011 e 2013). As principais referências semióticas identificadas foram os estudos da Perspectiva das Representações Semióticas de Raymond Duval, a Teoria Multimodal de Gunther Kress e Theo van Leeuwen, a Semiótica Narrativa do Discurso de Algirdas Julien Greimas e a Semiótica Universal de Charles Sanders Peirce (13 trabalhos, dentre os 24 analisados empregaram a semiótica peirceana). Assim como no estudo discutido anteriormente, as pesquisas trataram majoritariamente de investigação na Educação Básica e de estudos empíricos. Por outro lado, estes trabalhos ampliaram o tipo de recurso didático pesquisado – livro didático, *folder*, vídeo, fotografia – e empregaram categorias dos estudos semióticos citados anteriormente como referencial de análise dos dados, respondendo à

⁹ Artigos que empregaram “levantamento de dados retirados da experiência em campo, com a presença ou não de sujeitos” (SOUZA, REGO e GOUVÊA, 2010, p.94).

¹⁰ Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, principal evento brasileiro na área de Educação em Ciências.

demanda apresentada no estudo de Souza, Rego e Gouvêa (2010) para o desenvolvimento do campo de estudos:

Uma vez que o tema imagem passa, atualmente, por uma formação teórica, consideramos importante que os artigos apresentem sua filiação com um campo de estudos de forma explícita, indicando as concepções teóricas mais utilizadas na condução das pesquisas (SOUZA, REGO e GOUVÊA, 2010, p. 97).

O uso de imagens na Educação em Ciências, mais especificamente na área da biologia, segundo revelam os estudos anteriormente citados, inicia como uma prática para auxiliar a compreensão do texto verbal, mas aos poucos se torna um elemento fundamental para a representação de conceitos, para a descrição anatômica de animais e características das plantas, para mapeamentos e outros fins. Atualmente, alguns conceitos dependem fortemente do uso de imagens para serem compreendidos e até mesmo a história de seu desenvolvimento perpassa o registro visual, como o conceito de átomo, por exemplo.

No entanto, muitas vezes é atribuído às imagens um caráter universal e imediatista obnubilando o fato de que a interpretação mais apurada destas só será possível a partir da inserção cultural do sujeito em uma comunidade que compartilhe através de determinados signos, os conhecimentos produzidos, como por exemplo, a área de estudos da Educação em Ciências. E este sujeito inserido culturalmente será o produtor e o leitor não somente da imagem, mas do texto multimodal, como será visto adiante, que preconiza a existência de diferentes modos semióticos interagindo na construção de um todo significativo que não será o mesmo se cada modo semiótico for lido de forma apartada. Em um texto multimodal, portanto, a linguagem visual e a linguagem verbal interagem a partir de suas características próprias e contribuem para a compreensão sobre o que se quer representar e comunicar. Neste sentido, os tipos e as funções das imagens preconizados em diferentes estudos nesta área ocupam um lugar secundário se não consideram o corpo do texto, a legenda, as etiquetas verbais e o título que formam juntos com a imagem o texto multimodal¹¹.

¹¹ Um exemplo deste tipo de estudo são os que se baseiam mais fortemente na escala de iconicidade de A. Moles (1976) e classificam as imagens dos livros didáticos como pertinentes ou não para ilustrar o texto. No estudo de Carneiro (1997) pode-se observar esta tendência classificatória. No referido artigo a imagem é sempre considerada como ilustração, ou seja, sempre dependente do texto verbal, ilustrando-o, visto que “contribui para melhor compreensão do texto”, “complementa as informações do texto” ou atua “como elemento que estimula a curiosidade dos alunos” para a leitura do texto verbal (p.371). E quando a quantidade de imagens no livro didático é alta a autora sugere que “nesse caso, a relação texto/ilustração parece invertida: primeiro o leitor observa as imagens e depois procura mais informações no texto” (p.369), contrariando argumentos de especialistas de que existe uma espécie de organização hierárquica das diferentes manifestações de linguagem. Ao classificar as imagens a partir de seu grau de iconicidade, a autora considera que quanto maior o grau de iconicidade, maior

Sobre a imagem, como constituinte do texto multimodal aqui tratado, é preciso ainda discutir três importantes aspectos: a sua *polissemia*, a sua *dependência do texto verbal* e a sua *transparência*. Estes são aspectos considerados como “limitadores” do poder de representação e comunicação das imagens, discutidos em diferentes estudos (LOPEZ-MANJON, 2014; SILVA *et al.*, 2006; MARTINS, GOUVÊA e PICCININI, 2005).

No que se refere à sua *polissemia* este atributo é dado em comparação com a linguagem verbal, entretanto, a polissemia não é uma característica específica da imagem que possa diferenciá-la da palavra (ou torná-la menos ou mais importante), pois as palavras também são polissêmicas: uma mesma palavra poderá ter diferentes significados em diferentes contextos¹². No entanto, quando um texto verbal é divulgado não é requisitado que exista ao lado uma imagem para “explicá-lo”, como se espera quando uma imagem é publicada (JOLY, 2005). Cada linguagem tem potencialidades e limitações, cabendo ao produtor do texto adequar a melhor linguagem ao conteúdo que se quer comunicar. Por outro lado, combinadas em um texto multimodal, as duas linguagens poderão potencializar a compreensão sobre o que se quer comunicar (KRESS e van LEEUWEN, 2006). Portanto, as imagens e os textos verbais poderão ser igualmente polissêmicos (e na maioria das vezes o são) e a necessidade de contextualizar e interpretar as informações contidas é comum em ambos os tipos de linguagem. Na Educação em Ciências, esta necessidade de contextualizar e de interpretar, aliada à necessidade de representar e convencionalizar as informações é que está transformando os textos científicos escolares em textos multimodais.

A *dependência do texto verbal*, por sua vez, é convencionalmente compreendida como uma característica inerente à imagem, esta visão está fortemente relacionada ao desenvolvimento da escrita, de acordo com Cristina Costa (2013). A autora destaca alguns elementos que teriam provocado esta hierarquia entre as duas linguagens, dentre eles: (1) a língua escrita foi empregada no processo de formação das nações como um meio de homogeneização cultural, unificando os povos, e a escola foi um dos instrumentos desta unificação, disseminando a linguagem escrita de uma língua nacional e delimitando o espaço da linguagem visual assim como dos diferentes dialetos da população; (2) o saber obtido através da leitura do texto verbal

seria a capacidade dos estudantes compreenderem a mensagem. Este pressuposto vai de encontro à existência de imagens simbólicas e esquemáticas que transitam pela arbitrariedade do signo. Há imagens de diversas naturezas, com forte presença de índices e mesmo de símbolos, que são empregadas para cumprirem, em interação com o texto verbal, diferentes funções, sendo a classificação apenas icônica irrelevante para avaliar a real importância da imagem no texto multimodal.

¹² Além deste tipo de polissemia, que é o semântico/lexical, existe outra bastante recorrente que é a sintática: “li o texto do João” (João é o dono ou o autor do livro?).

exige que os sujeitos sejam alfabetizados e isto gera uma contingência do acesso ao saber. Quando os conhecimentos passaram a ser registrados e divulgados através do texto escrito, deixando de serem repassados oral ou iconograficamente, eles ficaram restritos a um pequeno grupo de alfabetizados. Neste sentido, a imagem que na gênese da civilização e na gênese da escolarização de cada sujeito até hoje é empregada para representar e comunicar, é colocada à margem durante o processo educativo e tida como subordinada à linguagem verbal, numa dependência “forçada”.

A relação não precisa ser de dependência ou de hierarquização entre as duas linguagens, mas sim de diálogo e interação. Os semioticistas sociais Kress e van Leeuwen (2006) consideram que “[...] o componente visual de um texto é uma mensagem organizada e estruturada independentemente, conectada com o texto verbal, mas de modo algum dependente dele – e da mesma forma o contrário” (p.18).

Por fim, sobre a *transparência* das imagens, no sentido de quê, basta olhar para elas e descobrir o seu significado, é um estereótipo das imagens que precisa ser contestado e vários estudos da área da Educação em Ciências têm demonstrado isto (GOUVÊA e MARTINS, 2001; SILVA *et al.*, 2006; PERALES, 2008; SOUZA, 2011; FERNANDES, 2014). Assim, na Educação em Ciências é preciso educar o olhar para a leitura de imagens do livro didático, de mapas, de *slides* projetados, etc., pois esta “falsa ‘transparência’ das imagens tem criado uma necessidade de melhor compreender o papel que desempenham em nossa relação com o mundo” (SOUZA, 2011, p.79). Há elementos que precisam ser lidos e discutidos e há relações com o texto verbal que precisam ser compreendidas para que o leitor possa construir o significado proposto pela imagem, senão, ela é apenas uma decoração do texto.

Outro aspecto que a pretensa *transparência* da imagem dissemina é a imagem como análoga ao objeto de referência e por isto livre de uma ideologia, de uma intenção do produtor desta imagem. No entanto, embora as imagens estejam por toda a parte (e talvez por conta disto) é imprescindível assimilar que representam os interesses de seus produtores e a sua leitura precisa ser crítica, inclusive das imagens científicas (SILVA *et al.*, 2006).

A presença cada vez mais constante e mais qualificada da linguagem visual na constituição de textos multimodais para o ensino demanda a necessidade de diálogo com áreas do conhecimento como a Semiótica que possam colaborar com a área da Educação em Ciências de modo a problematizar as particularidades da educação científica através de modelos de linguagens mais amplos. Neste sentido, busca-se o diálogo com a Semiótica Social para instrumentalizar a leitura e a produção de textos multimodais para o ensino de ciências.

1.2 Contribuições dos Estudos Semióticos

O interesse recente sobre as possíveis contribuições da Semiótica¹³ para o Ensino de Ciências parece estar fundamentado em uma tríade: no desenvolvimento tecnológico que possibilita representações cada vez mais “apuradas” do fenômeno que se quer apresentar; na busca de uma proximidade maior entre a vivência em sala de aulas e a vivência extraescolar dos estudantes, cada vez mais inseridos em uma comunicação virtual; e, por fim, no resgate do uso de imagens para o ensino como uma importante forma para o ensinar e o aprender, superando assim, a hegemonia e a hierarquização da linguagem verbal e incentivando o uso de textos multimodais.

Os estudos semióticos iniciaram na Grécia, a partir das reflexões dos filósofos Platão e Aristóteles. Nos períodos históricos subsequentes, importantes pensadores como santo Agostinho, João de São Tomás, Descartes, Hobbes, Locke, David Hume e Hegel (PINO, 2005; NÖTH, 1995) dedicaram-se aos estudos sobre a Semiótica, diferenciando-se basicamente sobre (1) a composição estrutural do signo: se diádico ou triádico; (2) a consideração da existência apenas de signos linguísticos ou a existência também de signos não-linguísticos; e (3) a consideração da materialidade do signo: a exigência de representar, ou não, algo concreto. No século XX, de acordo com Nöth (2005[1996]) são desenvolvidos dois importantes paradigmas semióticos: a semiótica peirceana e a semiótica estruturalista de Saussure. A Semiótica Social que surge a partir da crítica à semiótica saussureana é particularmente importante para este estudo e será discutida na sequência.

1.2.1 A Semiótica Social

A Semiótica Social é uma abordagem teórica e prática do processo de comunicação, que se preocupa, de acordo com Barbara e Macêdo (2009), em desvendar “como, porque, e para que o homem usa a língua bem como a linguagem em geral, e como a sociedade o faz” (BARBARA e MACEDO, 2009, p.90). Ou seja, esta abordagem preocupa-se com as funções que a

¹³ Os estudos semióticos têm como noção fundamental o signo. Cada escola semiótica irá apresentar sua definição de signo e estudar o seu uso e a sua função. Para a Semiótica Social o signo é algo que representa e comunica, possui um significado e um significante estabelecido por um sujeito localizado contextualmente. Neste capítulo, o termo “signo” será fortemente empregado, tendo em vista sua recorrência nos estudos semióticos, nos demais capítulos o termo estará menos evidente, mas porquanto a GDV considera que os signos são expressos através dos modos semióticos, sua permanência ficará subentendida: “Produtores de signos (*sign-markers*) ‘possuem’ uma ideia que eles desejam expressar, e então a expressam através de modo(s) semiótico(s) que torna(m) disponível(is) o sentido subjetivo, da forma mais plausível, mais adequada, como o significante” (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.7-8).

linguagem estabelece socialmente. O surgimento da Semiótica Social tem como marco a abordagem Linguística Sistemico-Funcional proposta pelo linguista britânico Michael Halliday, que, segundo Santos (2014), pode ser assim definida:

É uma abordagem ao estudo da linguagem que está centrada na noção de “função”; isso porque considera a gramática em termos de como ela é usada para produzir significados. Essa proposta, iniciada nos estudos de Halliday nas décadas de 1960 e 1970, é sistemico-funcional porque concebe a língua como uma rede de sistemas interligados de que o falante faz uso (base funcional) para produzir significados (base semântica) em situações de comunicação. Nessa perspectiva, a língua deixa de ser um mero sistema regulado por regras e passa a ser estudada de um ponto de vista sócio-semiótico, considerando-a como um sistema de produção de significados (SANTOS, 2014, p.166).

Para van Leeuwen (2005), a Semiótica Social não é uma teoria pura, pois sempre exige o uso de métodos e conceitos de outras abordagens semióticas e de outros campos do saber, em uma ação interdisciplinar; para ele, “este tipo de interdisciplinaridade é uma característica absolutamente essencial da semiótica social” (p.1). O autor acrescenta ainda que a Semiótica Social não oferece respostas prontas, mas “oferece ideias para formular perguntas e maneiras de buscar respostas” (van LEEUWEN, 2005, p.1) sendo, portanto, uma forma de investigação que quer levar os interessados a buscarem suas próprias conclusões sobre o tema investigado.

Os significados produzidos através da linguagem são influenciados pelo contexto cultural e social dos sujeitos que dela se utilizam, sendo estabelecidos através de escolhas, portanto, ideológicas. O usuário da língua opta por um signo em detrimento a outro, ou seja, “quem produz um signo trata de gerar a representação mais apropriada do que quer significar” (KRESS, LEITE GARCIA e van LEEUWEN, 2008, p.375) e o signo utilizado não é arbitrário, pois é uma escolha do produtor do texto, é, portanto, um signo que, no conjunto em que aparece em relação com outros signos, se apresenta de modo motivado.

Os semioticistas sociais Kress e van Leeuwen (2006), ao discutirem sobre esta produção de signos enfatizam que “nós focamos no processo de *sign-making* em que o significante (a forma) e o significado (o sentido) são relativamente independentes uns dos outros até que eles são reunidos pelo *sign-maker* em um signo recém-produzido” (*ibid.*, p.8). Isto ocorre porque a motivação do sujeito está relacionada com o processo de produção de signos em conjunto com a sua inserção social e histórica, no reconhecimento das convenções existentes e “no efeito do

ambiente em que a representação e a comunicação acontecem” (*ibid.*, p.13). Neste sentido, a Semiótica Social destaca a variação da língua de acordo com a variação do contexto:

- (1) A comunicação requer que os participantes produzam suas mensagens da forma mais compreensível possível em um contexto particular. [...]
- (2) A representação exige que *sign-makers* escolham formas para a expressão do que eles têm em mente, as formas que veem como mais aptas e plausíveis em um dado contexto [...] (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.13).

O signo, portanto, não é pré-dado e pode ser afetado pelo seu uso e assim, o significado é o determinador do signifiante: “conforme as necessidades dos falantes em contextos específicos são as escolhas, no que tange às formas, que expressam os significados desejados” (BARBARA e MACÊDO, 2009, p.91). Neste sentido, o foco está na função que os signos assumem na comunicação e não na sua estrutura; embora a estrutura também tenha a sua importância, de modo que Halliday definiu três funções para a linguagem: ideacional, interpessoal e textual, que serviram de base para os criadores da Gramática do *Design Visual* formularem as três funções da linguagem visual.

M. A. K Halliday (1985, 1994) propõe três funções para a linguagem, que mostram as finalidades e os propósitos da comunicação. São elas: (a) ideacional – função de representação das experiências do mundo exterior e interior (b) interpessoal – expressão das interações sociais e (c) textual – expressão da estrutura e formato do texto (NOVELLINO, 2007, p.51).

A abordagem semiótica da Gramática do *Design Visual* que será aprofundada no segundo capítulo e empregada como referencial de análise do presente estudo se fundamenta, portanto, nos pressupostos da Semiótica Social, sobretudo, nas funções estabelecidas pela Linguística Sistêmico-Funcional de Michael Halliday.

Como as categorias desta abordagem linguística são aplicáveis aos diversos modos semióticos e não apenas à linguagem verbal, os autores da Gramática do *Design Visual* não incorrem no erro de empregar as categorias da linguística ao estudo de um modo semiótico específico. Pelo contrário, estes autores reconhecem a amplitude da Linguística Sistêmico-Funcional de Halliday e consideram que cada modo semiótico possui suas especificidades e potencial de uso; assim, criaram categorias para o estudo semiótico de imagens como constituintes de textos multimodais. Estas categorias indicam as funções *Representacionais*, *Interacionais* e *Composicionais* presentes nos textos multimodais e imprescindíveis para a compreensão do significado global deles.

Os estudos da Semiótica Social são relevantes ao presente estudo, por considerar os diversos modos semióticos como elementos para a produção de significados, como as imagens, apresentando-se como um importante instrumental para a análise dos textos multimodais empregados para o ensino de ciências e também para a elaboração de textos multimodais, considerando a possibilidade de avaliar o contexto de sua produção como um aspecto indissociável a este processo.

1.3 A integração entre as diferentes linguagens para o Ensino de Ciências

O uso das diferentes linguagens na Educação em Ciências tem sido objeto de interesse de vários pesquisadores que acreditam e investem no diálogo entre a Semiótica, os estudos sobre Mediação e a Educação em Ciências (PINO, 2001; MARTINS, 2001). Nas duas últimas décadas muitas pesquisas têm sido desenvolvidas nesta área de confluência para investigar como as linguagens verbal, visual, gestual, midiática, e seus recursos semióticos específicos são empregados para representar e comunicar conceitos científicos em diferentes contextos de aprendizagem.

Considerando que a interação em sala de aula é sempre mediada por signos, o estudo das características de produção e uso destes signos poderá contribuir para a compreensão de suas potencialidades e limites como recurso para a aprendizagem de conceitos científicos específicos, pois embora muitos destes recursos sejam considerados “naturais” ou “transparentes”, o emprego de um gesto ou a representação visual de um movimento por parte do professor pode gerar diferentes interpretações, que, por sua vez, poderão esclarecer um conceito ou levar o estudante a uma interpretação equivocada. Portanto, os signos empregados devem ser criteriosamente escolhidos devido a sua eficácia implicar na construção de conhecimentos e na motivação para o aprender.

As contribuições das diferentes linguagens e seus signos foram alvo de muitas investigações que buscaram identificar a influência da escrita, ou da interação verbal, ou do uso de imagens no processo de construção de conhecimentos científicos. Atualmente, as pesquisas têm buscado identificar não mais a contribuição de uma linguagem isoladamente, mas a interação entre as diferentes linguagens e como o uso integrado destas linguagens contribui para a compreensão humana dos fenômenos científicos. No Brasil, observamos duas tendências de pesquisa nesta área que tem sido denominada de “Multimodalidade na Educação em Ciências”: (1) pesquisas sobre a interação entre imagem e texto verbal e (2) pesquisas sobre a interação entre fala, gesto

e proxêmica. A seguir, apresentaremos alguns trabalhos que focalizaram a análise da pesquisa nestes dois tipos de interações.

No contexto social atual, a representação e a comunicação têm empregado predominantemente a imagem (através da propaganda; do uso de mídias como *sites*, redes sociais, aplicativos *WhatsApp*, *Instagram*, dentre outros gêneros e suportes), e grande parcela da população é usuária destas mídias. A educação é também afetada e cobrada por um trabalho que absorva não apenas os recursos tecnológicos envolvidos, mas sobretudo, uma linguagem mais visual. Assim, pesquisadores como Gunther Kress e Theo van Leeuwen, que criaram uma gramática sobre o uso da linguagem visual, o estudo pioneiro intitulado *Reading Images: the grammar of visual design* (KRESS e van LEEUWEN, 2006) têm contribuído com o desenvolvimento de estudos sobre o uso da linguagem visual e apontado para a presença de textos multimodais em diferentes âmbitos como a propaganda, a literatura infantil e a educação científica.

Na Educação em Ciências, vários estudos têm sido implementados no referencial da Gramática do *Design* Visual, como por exemplo: pesquisas que analisaram as imagens empregadas em livros didáticos (GOUVÊA e MARTINS, 2001; MARTINS *et al.*, 2003; MARTINS, 2006); pesquisas que examinaram as imagens em revistas de divulgação científica (PEREIRA e TERRAZAN, 2011); pesquisas que investigaram as imagens empregadas em guias alimentares (LOBO e MARTINS, 2014); e pesquisas que analisaram a forma como os estudantes leem imagens (MARTINS, GOUVÊA e PICCININI, 2005).

Outros estudos têm pesquisado o uso da linguagem visual na Educação em Ciências, empregando referenciais diversos e colaborado com a reflexão sobre os limites e as possibilidades do uso desta linguagem em sala de aula. Assim, Silva *et al.*, (2006) discutiram o papel fundamental dos professores mediando o uso do recurso visual e investigaram quais estratégias estes professores empregam em suas leituras; Dib, Mendes e Carneiro (2003), Barros e Carneiro (2005), Fernandes (2014) e Freitas e Rocha (2015) analisaram como estudantes leem imagens; Carneiro (1997), Silva e Trivelato (1999), Freitas (2002), Almeida (2003), Jotta (2005), Pralon (2012), Rego (2012), Piccinini (2012) examinaram as imagens nos livros didáticos de Ciências; Beltran (2000) e Bruzzo (2004) realizaram um resgate histórico das imagens na divulgação científica. Alguns destes empregaram a imagem como meio para o estudo de um conceito específico e outros investigaram o seu papel como dinamizador da aprendizagem, examinando, por exemplo, a sua função.

1.3.1 A interação entre fala, gesto e proxêmica

Sobre a linguagem verbal, um estudo pioneiro que se tornou referência para várias pesquisas posteriores foi desenvolvido por Mortimer e Scott (2002) que investigaram as interações verbais em sala de aula e mostraram a importância desta linguagem para a construção de significados em contextos sociais. Este trabalho estava em sintonia com outros que neste período histórico se preocuparam em estudar “as interações nas aulas de ciências e nas formas como novos significados são desenvolvidos por meio dos modos de expressão verbal e não-verbal” (MORTIMER e SCOTT, 2002 p.285).

Atualmente, estes estudos continuam sendo desenvolvidos, e pesquisadores como Eduardo Mortimer têm investigado o uso integrado de outras linguagens que interagem com a expressão verbal, como o gesto e a proxêmica¹⁴. Nestes estudos, categorias de análise têm sido empregadas para analisar as interações semióticas multimodais (PICCININI e MARTINS, 2004; BARBOSA *et al.*, 2009; QUADROS e MORTIMER, 2010; QUADROS *et al.*, 2012; MORTIMER *et al.*, 2014; PEREIRA, MORTIMER e MORO, 2015; QUADROS e MORTIMER, 2016). Assim, Mortimer *et al.*, (2014) considerando que no Ensino Superior a interação verbal entre professor e estudantes é escassa, ampliaram o espectro de elementos da comunicação em sala de aula e para além da interação verbal estão investigando o uso que o professor faz de uma atuação multimodal, com destaque para a fala, o gesto e a proxêmica pois consideram que “pode trazer contribuições significativas para a compreensão mais ampla do papel e da interação dos vários modos semióticos, de forma a contribuir para dar sentido ao que se ensina” (p.123). Desta forma, estes diferentes estudos demonstraram a importância do uso dos gestos em interação com outras modalidades semióticas na comunicação e na construção de significados em sala de aula da Educação em Ciências.

1.3.2 Textos Multimodais: o elo integrador

As duas linhas de pesquisa apresentadas anteriormente nos remetem ao campo de estudos da Multimodalidade que tem desenvolvido pesquisas nas quais estas diversas linguagens – e seus modos semióticos – interagem na construção de significados. Estas interações estão presentes

¹⁴ “O modo proxêmico considera a relação que os indivíduos comunicantes estabelecem entre si, a distância espacial entre eles, a orientação do corpo e do rosto, o modo como dispõem e se posicionam entre os objetos e os espaços. A proxêmica, portanto, está relacionada à maneira como um indivíduo se organiza, ocupa e utiliza o espaço no qual está envolvido” (MORTIMER *et al.*, 2014, p. 127)

em várias situações do cotidiano escolar: na sala de aula em que o professor utiliza imagens projetadas em *slides*, por exemplo, ele também faz uso da linguagem verbal ao apresentar oralmente tais imagens ou ao expor seu título e legendas; nesta apresentação também poderá usar gestos integrados à fala; da mesma forma, o professor que exibe um vídeo está empregando a linguagem visual animada e a linguagem verbal; assim como o professor que usa o livro didático emprega as linguagens verbal (escrita e oral) e visual. A atuação do professor em sala de aula, com ou sem recursos didáticos, pode ser configurada como um híbrido semiótico. Para Kress e van Leeuwen (2006), contraditoriamente, a escola continua valorizando a escrita: “em materiais fornecidos para as crianças fazerem uso representacional intenso de imagens; em materiais exigidos das crianças – em várias formas de avaliação especialmente – a escrita continua a ser o esperado e o modo dominante” (p.16). Mas ponderam que esta realidade está se transformando devido às exigências cada vez mais frequentes desencadeadas pelos avanços tecnológicos que têm aportado aos sujeitos sociais novas práticas de vida:

Seja na mídia impressa ou eletrônica, seja em jornais, revistas, CD-ROM ou *sites*, sejam materiais de relações de públicas, publicidade ou como materiais informativos de todos os tipos, a maioria dos textos agora envolve uma complexa interação de texto escrito, imagens e outros gráficos ou elementos sonoros, concebidos como entidades coerentes (muitas vezes primeiro no plano visual ao invés de verbal) por meio de layout (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.17).

Neste contexto comunicacional multimodal, o modo semiótico de uma linguagem também poderá ser objeto de análise para investigar a sua influência na compreensão da mensagem. Por exemplo, a fala é um modo da linguagem verbal que poderá alcançar diferentes significados culturalmente estabelecidos. Assim, quando o professor enfatiza uma palavra dentro de uma frase, os ouvintes irão atentar à diferente modulação e dela abstrair um significado; por exemplo, se o professor diz: “Este casaco PROVOCA calor?”, os estudantes sabem que precisam ter atenção àquele termo e, corrigi-lo. Ou seja, a entonação mais forte de uma palavra foi empregada para provocar uma compreensão específica dos estudantes, e este modo representou um significado contextualmente construído entre o professor e seus alunos.

O modo semiótico é empregado para representar e comunicar, o autor Gunther Kress, em sua obra *Multimodality: A Social Semiotic Approach to Contemporary Communication* (2008) discute que:

Representação e Comunicação são práticas sociais distintas. Representação centra-se no meu interesse, no meu envolvimento com o mundo e no meu desejo de dar realização material aos meus significados acerca do mundo. Comunicação concentra-se em meu desejo ou necessidade de fazer a representação disponível aos outros, na minha interação com eles (KRESS, 2008, p.49).

Na área de ensino, a *representação* e a *comunicação* estão muito próximas, sobretudo na Educação em Ciências, em que os conceitos científicos abstratos requerem uma representação e por isto, modelos explicativos são construídos para que se tornem saberes científicos escolares e possam ser apreendidos. Neste contexto, quando o professor reflete sobre quais as melhores formas de materializar um determinado conceito, ele está respondendo de acordo com a sua história, a sua experiência de ensino (que é diferente da experiência de outro professor) e o seu julgamento sobre o que é relevante. Ou seja, o professor está centrado em si e em seu foco para utilizar-se dos recursos disponíveis socialmente para a difusão de um significado, quando realiza a representação (KRESS, 2008).

Quando a representação não é orientada apenas para si, o professor, passa a orientá-la para o outro (um aluno, ou uma sala de aula), ocorre a comunicação. Assim, o foco deixa de ser a sua satisfação pessoal e passa a ser a satisfação pelo convencimento e pelo envolvimento do outro, pois a comunicação está focada na interação social, na construção deste ambiente social (KRESS, 2008).

A sala de aula, portanto, como espaço para a concretização do uso integrado de vários modos semióticos e como espaço privilegiado de construção de conhecimentos, possibilita a interação entre os diferentes modos semióticos cujos significados são culturalmente compartilhados. Assim, o significado do signo produzido em interação será sempre cultural e moldado pelas regras e normas da comunidade de que faz parte, neste caso: a interação entre o interesse do professor (em representar e comunicar um conteúdo) e o interesse dos estudantes (em usar signos para representar sua compreensão deste conteúdo, criando novos signos¹⁵). Para Quadros *et al.* (2012) “essas interações criam potencialidades de representações dos modos, pois o que um modo pode comunicar depende da história cultural de produção de significados e do uso desses modos para significar. Elas podem ser diferentes de um grupo para o outro” (p.2), por isto que é importante possibilitar as situações de produção de signos compondo imagens, que poderão ser veiculadas em textos multimodais compartilhados por professores e estudantes.

¹⁵ É o que Peirce (2015 [1866-1913]) chama de *Interpretante*.

As interações em sala de aula, neste sentido, não se limitam à linguagem verbal, visto que “todas as interações são multimodais” (NORRIS, 2004, p.1), uma vez que diversos modos semióticos¹⁶ poderão contribuir com esta interação. A autora Flaviane Carvalho (2010) ao construir um breve resgate histórico sobre a Semiótica Social, apresenta os quatro suportes teóricos nos quais a abordagem multimodal se fundamenta:

A primeira suposição básica é a de que os significados são produzidos, distribuídos, recebidos, interpretados e reproduzidos através de uma série de modos comunicativos e representacionais – gesto, postura, olhar, imagem, por exemplo –, e não somente através da linguagem escrita ou falada. A segunda suposição defende que todos os modos semióticos, para além da fala e da escrita, são moldados através dos seus usos culturais, históricos e sociais, a fim de realizarem diferentes trabalhos comunicativos. A terceira suposição remete ao fato de que as pessoas regem significados através da seleção e da configuração de diferentes modos, pelo que a interação entre tais recursos é extremamente importante para a produção de novos significados. A quarta suposição, por sua vez, sublinha que os significados dos signos realizados pelos modos semióticos são sociais, isto é, constituídos pelas normas e regras operadas no momento da produção do signo. Além disso, tais significados são influenciados pelos interesses e motivações do produtor do signo em um contexto social específico, que seleciona, adapta e reformula significados através de um processo contínuo de leitura/interpretação do signo (CARVALHO, 2010, p.266-267).

Os semioticistas Kress e van Leeuwen (2006), na obra *Gramática do Design Visual*, discutem que o papel do produtor de signos é destacado e junto com ele o papel do signo motivado (não arbitrário) e o da importância do contexto tanto na produção como na leitura do signo. Os estudos sobre o uso de imagens na Educação em Ciências têm apontado para a tendência em convergir a linguagem visual em textos multimodais, o que enfatiza o necessário diálogo com a linguagem verbal compondo um todo significativo.

Esta perspectiva multimodal tende a gerar novas exigências dos professores na escolha dos recursos didáticos e, se no século passado o avanço das ferramentas digitais aumentou a quantidade de imagens presentes nos LD empregados em sala de aula e muitos destes eram escolhidos por professores e pais por conta apenas do grande número de imagens, constatamos que atualmente não basta a existência de muitas imagens no recurso didático: é preciso que esta

¹⁶ “Norris (2004) identifica uma gama de modos que ela classifica como: auditivo (fala, música, som, efeitos sonoros, etc.), visual (olhar, impressão, imagem, etc.), ação (gesto, postura, movimento, expressão facial, contato e manipulação de objetos/modelos, ações mediadas com livros, projeção em tela, etc.) e ambiental (proxêmica: relação de afastamento ou proximidade entre pessoas e objetos; o ambiente construído, layout de coisas como móveis em uma sala de aula ou sinais de rua em um cruzamento, etc.)” (QUADROS *et al*, 2012, p.2)

imagem comunique e em interação com o texto verbal produza sentido e amplie os conhecimentos dos estudantes.

O significado das imagens e a intencionalidade do seu uso, dentro do texto multimodal, passam a ser mais importantes que a sua presença multiplicada nas páginas dos livros didáticos ou em outras mídias. De acordo com esta concepção, discute-se agora qual a função que esta imagem estabelece com texto verbal e com o leitor, e neste sentido é preciso considerar que as imagens científicas empregadas para o ensino possuem especificidades¹⁷. São diferentes das obras de artes plásticas, das fotografias artísticas, dos *posts* veiculados através das redes sociais como o *Facebook* e de aplicativos como o *WhatsApp*, por exemplo. O que existe em comum entre estas imagens é que todas foram produzidas com uma intencionalidade, que todas precisam ser lidas, e que a experiência de cada indivíduo e o contexto em que a imagem foi apresentada irão influenciar na leitura e compreensão do seu significado.

Mas o que há de diferente entre os tipos de imagens citadas e a imagem científica? Assim como os diferentes textos verbais possuem especificidades que os distinguem entre si, a utilização das imagens também apresenta especificidades como códigos, composição, intencionalidades, que distinguem as imagens entre si. Neste sentido, as imagens científicas apresentam como um de seus principais objetivos a representação de fenômenos e ideias científicas – através do emprego de convenções, códigos e símbolos próprios de sua área de conhecimentos – e a possibilidade de tornar “visível” o que se quer ensinar.

Esta linguagem visual faz parte do modo de pensar a ciência. Para Kress e van Leeuwen (2006), a inserção cada vez maior da representação visual poderá até mesmo gerar um tipo diferente de ciência:

Pode ser que a representação visual seja mais apta para as coisas da ciência do que a linguagem [verbal] sempre foi, ou mesmo que uma ciência que é construída visualmente será um tipo diferente de ciência. O mundo representado visualmente nas telas da “nova mídia” é um mundo diferentemente construído do que tinha sido representado nas páginas densamente impressas da mídia de impressão cerca de trinta ou quarenta anos atrás (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.31-32).

Eles questionam: “Pode tudo o que era comunicável na forma de escrita científica ser dito nestas formas construídas visualmente?” (p.31). É importantíssimo considerar que quando não há mais

¹⁷ A imagem científica está sendo tratada como a imagem que aborda o conhecimento científico reestruturado como saber escolar, apresentado através de gráficos, desenhos, diagramas, infográficos, fotografias, mapas, entre outros.

hierarquia entre os modos semióticos e cada um tem um papel a cumprir dentro de um texto que deixa de ser monomodal para ser multimodal, um novo tipo de leitura de ciência começa a ser forjado. Não se trata de criar, como já foi dito, uma nova hierarquia tendo agora a linguagem visual sobreposta à linguagem verbal. Estes autores consideram que cada modo semiótico tem suas potencialidades e suas limitações e o que se busca é a interação entre as linguagens que se materializa nos textos multimodais.

É, portanto, uma nova forma de compreensão do mundo que as experiências de leitura de textos multimodais no ensino de Ciências possibilitam através da ampliação de habilidades de codificação que são próprias de cada área de conhecimentos. Esta nova forma foi sendo construída a partir da inserção das novas tecnologias que possibilitaram um maior diálogo entre o texto e a imagem, uma produção mais elaborada das imagens, e um número maior de estudos sobre esta temática. Neste sentido, o uso de imagens para o ensino de conceitos científicos em diálogo com o texto verbal (através de legenda, corpo do texto, etiquetas verbais e títulos) colabora para que o significado proposto seja alcançado, o que muitas vezes não seria possível apenas com o texto verbal ou apenas com a imagem, pois em complementariedade, as duas linguagens ampliam o poder de comunicação, assim como os gestos ampliam o poder da fala.

A possibilidade de construir um significado conjunto não quer dizer que a leitura seja imediata e os significados transparentes: o texto multimodal é complexo. A pesquisadora Isabel Martins classifica o texto do livro didático como multimodal e exemplifica a sua complexidade ao considerar que:

O texto do livro didático é organizado a partir de uma diversidade de linguagens, a saber, verbal (texto escrito), matemática (equações, gráficos, notações), imagética (desenhos, fotografias, mapas, diagramas). Cada um destes diferentes modos semióticos pode ser considerado como mais ou menos apto para lidar com demandas comunicativas concretas (mostrar, descrever, explicar) e as relações entre eles podem ser de subordinação, complementação, oposição ou elaboração. Esta característica do texto impõe demandas às práticas de leitura de professores e alunos que precisam lidar com a complexidade de um texto multimodal (MARTINS, 2006, p.127).

O reconhecimento de que o texto multimodal é complexo e de que os modos semióticos nele inseridos necessitam de um referencial para a sua leitura e para a sua produção são fundamentais quando se propõe que a formação inicial de professores para o ensino de ciências possa incorporar esta prática. Como forma de exemplificar a leitura de textos multimodais com vistas à produção destes textos, o conceito de respiração pulmonar humana foi definido, conforme dito anteriormente, como conceito específico básico para o desenvolvimento da parte empírica

da presente pesquisa. Na seção seguinte são apresentadas pesquisas e discussões a respeito deste conceito e sua representação.

1.4 O texto multimodal para o ensino a aprendizagem sobre Respiração Humana

Na Educação em Ciências, a presença de textos multimodais, sobretudo expostos através do livro didático no decorrer Educação Básica, é constante. No Ensino Superior esta presença é evidenciada principalmente na projeção de *slides*. A presença, no entanto, não garante que o texto multimodal esteja sendo explorado em toda a sua potencialidade.

Para o ensino sobre a respiração pulmonar humana, que é um conceito amplo e abarca muitos processos e interconexões com conceitos químicos, físico-químicos, bioquímicos e biológicos, o texto multimodal é indispensável. Desde a sua característica como indicador de vida para todos os seres vivos até a sua consideração como um fenômeno molecular que ocorre em nível mitocondrial, este conceito é estudado durante toda a escolarização (ou deveria ser) em crescente nível de aprofundamento. Como discutem Alzate e Sanmartí (2003) este é

um conceito que requer para seu estudo e aprendizagem o estabelecimento de um grande número de relações orientadas tanto a delimitar seu campo específico como a esclarecer suas relações diretas e indiretas com muitos outros processos celulares e corporais (ALZATE e SANMARTÍ, 2003, p.5).

Este conceito é discutido fundamentalmente através de imagens, em textos multimodais expostos nos LD da Educação Básica em que observamos a repetição da imagem do dorso humano em corte sagital, com os órgãos e seus nomes na sequência do percurso do ar desde a entrada no corpo até a chegada aos pulmões. Esta imagem é repetida durante toda a escolarização. A partir do crescente desenvolvimento das tecnologias para a produção de imagens, têm sido observadas mudanças no tipo de representações dos órgãos e estruturas que compõem este “percurso do ar” durante o processo respiratório, mas a mensagem emitida continua a mesma, isto é, transmitindo as informações descritivas sobre a estrutura do sistema respiratório. No entanto, explicar a composição do sistema respiratório, os órgãos e estruturas envolvidos em sua complexidade, é primordial para que a explicação sobre o processo respiratório possa ser compreendida. Mas a crítica é sobre limitar a explicação a respeito de um conceito dinâmico que lida com processos, mudanças e ciclos à apresentação de uma imagem-lista de seus órgãos. Martins (2001) pondera sobre esta necessidade:

Antes de explicarmos respiração, precisamos falar de pulmões, sangue, oxigênio, gás carbônico, hemoglobina etc. Por essas razões, muitas das explicações que vemos nas salas de aula nos parecem apenas definições ou descrições. As “entidades” que são utilizadas nas explicações têm que ser construídas para os estudantes no próprio discurso. [...] Como objetos reais ou abstratos, elas adquirem significação por meio de que elas podem fazer, do que se podem fazer com elas e do que elas são feitas (MARTINS, 2001, p.143).

Quando o ensino e a aprendizagem do conceito de respiração são limitados ao elenco de suas “entidades”, não discutindo o que cada entidade “pode fazer”, “o que se pode fazer com ela” e “do que ela é feita”, portanto, o seu significado é limitado inclusive para compreender outros fenômenos que se relacionam com este processo. Por outro lado, estas limitações podem levar os estudantes à compreensão equivocada de que o conhecimento científico é estático e não está em contínua transformação.

Quando os autores Kress e van Leeuwen (2006) discutem que a escolha dos signos que na composição do texto multimodal é sempre uma escolha motivada, ideológica, na Educação em Ciências isto se materializa na escolha de signos que evidenciam uma estrutura estática em detrimento da escolha de signos que poderiam evidenciar uma representação em que o significado revelasse um processo de transformação, pois o corpo, o mundo, a Ciência está sempre em transformação. De acordo com Martins (2001), “o conhecimento não apenas sofre diversas transformações até chegar à escola, mas também é continuamente transformado na escola” (p.144), e as imagens que compõem os textos multimodais devem acompanhar este processo, representando e comunicando o saber científico como um saber sempre renovado a partir das pesquisas constantes.

Alguns paradigmas relacionados à evolução da compreensão sobre o fenômeno da respiração são indicados por Farina (2013) e empregados como categorias de análise das concepções estudantis sobre o tema: o alento vital, o intercâmbio de gases, a combustão, a oxidação e o acoplamento quimiosmótico. Neste estudo proposto por Farina (2013), as respostas dos estudantes universitários para as perguntas: “Por que respiramos?” e “Que função biológica tem o oxigênio?” são fortemente baseadas no paradigma do alento vital, que surgiu com os pensadores gregos e há muitos anos está superada. A autora considera que estas concepções são adquiridas durante a escolarização básica e permanecem no discurso dos estudantes até a formação superior. Em resposta à pergunta “por que respiramos?”, a segunda categoria mais empregada considera o intercâmbio de gases como fator principal, ou seja, considera apenas os

aspectos macroestruturais do conceito. Este dado repete-se em outros estudos, como no de Tamayo Alzate e Sanmartí (2003), que consideram:

Este suposto epistemológico fortemente arraigado nos estudantes se vê reforçado por sua experiência cotidiana, na qual um fenômeno explicável macroscopicamente, como é a respiração vista como intercâmbio de gases a nível sistêmico, pode explicar um fenômeno que acontece em nível molecular. Esta passagem do nível macro ao nível micro (oxidação, redução, transporte eletrônico, acoplamento molecular, etc.) chega a constituir-se em uma das maiores dificuldades a superar por parte dos estudantes (ALZATE e SANMARTÍ, 2003, p.6).

Estes estudos sobre o conceito de respiração humana demonstram que as concepções construídas pelos estudantes surgem de suas experiências de aprendizagem, sobretudo na escola e que podem se transformar em obstáculos para uma compreensão mais sistêmica do conceito. Como estes estudos sobre as concepções dos estudantes não discutem sobre a influência dos textos multimodais neste processo, não é possível relacionar que a existência de concepções limitadas às explicações macroscópicas deve-se às limitações destes recursos didáticos.

A superexposição a imagens na vida cotidiana desenvolve no estudante uma dinâmica da rapidez na visualização e leitura de imagens, reduzindo o tempo e o interesse dedicados para uma leitura mais minuciosa e aprofundada de imagens (FANARO e OTERO, 2007; SILVA et al., 2006). Neste sentido, é importante que uma nova prática de leitura de imagens possa ser construída em sala de aula, a partir de um trabalho de acompanhamento do professor como auxiliar na aprendizagem de conhecimentos científicos, “caso contrário, a interpretação do fenômeno ou objeto estudado pelos alunos pode ser muito distante do consenso científico” (CARNEIRO, BARROS e JOTTA, 2003, p.22). Esta leitura de imagens poderá ser mais contextualizada se tiver sido produzida pelo próprio professor, pois em sua prática de ensino, ele escolhe as imagens que serão empregadas em sala de aula a partir de uma “estrutura conceitual das ciências naturais” que é definida com base no paradigma vigente, mas que também é definida pelos chamados “exemplares” que são comumente empregados nos exercícios tratados em sala de aulas, ou seja, o cotidiano escolar e a história do professor influenciam nesta escolha das imagens (FREITAS, 2009).

Estudos que investigaram como os textos multimodais presentes nos LD são empregados para o ensino sobre respiração pulmonar humana não foram encontrados, no entanto, a análise de alguns exemplares de LD será apresentada na presente pesquisa, a partir do referencial da Gramática do *Design* Visual, contribuindo para a construção de dados através dos quais as

limitações das imagens que compõem os textos multimodais, como discutidas nesta sessão, poderão ser evidenciadas.

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados das pesquisas desenvolvidas nos programas de pós-graduação brasileiros sobre a respiração humana. Estas pesquisas mostram como o conceito é compreendido por estudantes de diferentes níveis de ensino e como estas investigações incorporaram as relações entre a linguagem visual e a linguagem verbal, empregando, na maioria dos casos, textos multimodais para a construção de dados.

1.4.1 Pesquisas brasileiras sobre a Respiração Humana

As pesquisas produzidas nos programas de pós-graduação no Brasil apresentam importantes contribuições sobre o conceito de respiração e suas relações com o ensino. Foram identificadas sete dissertações¹⁸, sendo a primeira publicada em 2000 e a última em 2016. Estes trabalhos de pesquisa podem ser divididos em dois grandes grupos a partir de sua orientação principal: (1) os trabalhos que investigaram as concepções dos estudantes – de diferentes níveis de ensino – sobre a respiração (ALBUQUERQUE (2000); SÁ (2007); MEDEIROS (2011)) e (2) os trabalhos que propõem e testam metodologias ou materiais de ensino sobre a respiração (PINTO (2008); RUPPENTHAL (2013); DURAES JUNIOR (2015); CAVALCANTI (2016)). Análise parecida foi evidenciada por Alzate (2001), em sua tese sobre a evolução conceitual do tema respiração, na qual ele propôs dois grandes grupos de investigações sendo desenvolvidos naquele período histórico na Espanha:

Um primeiro grupo de estudos está relacionado com propostas de investigação encaminhadas a estabelecer os conceitos centrais que têm orientado o ensino do campo conceitual da respiração nos diferentes níveis educativos. Neste primeiro grupo são importantes as relações estabelecidas entre a ciência, a ciência ensinada e a ciência aprendida [...]. Um segundo grupo tem como orientação central estabelecer as concepções dos estudantes sobre a respiração [...]. (ALZATE, 2001, p.63).

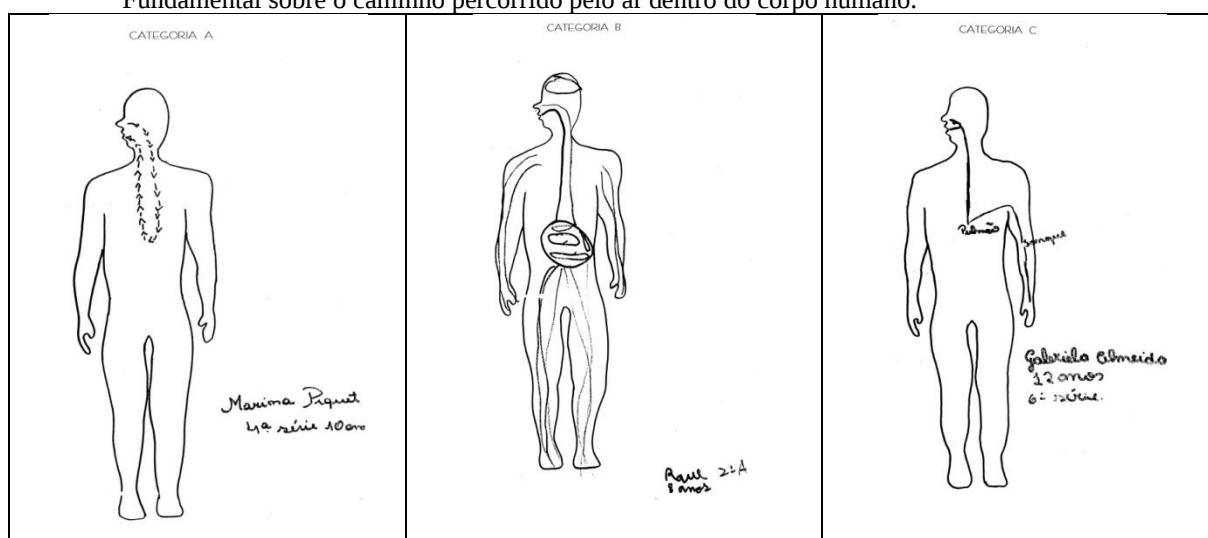
Observa-se, portanto, que nos dois países há a preocupação com o processo de ensino e aprendizagem deste conceito, embora no Brasil apenas mais recentemente as pesquisas que testaram novas formas de ensino tenham sido desenvolvidas, no que se refere aos trabalhos em tela. Os três estudos que investigaram e discutiram as concepções de estudantes sobre a

¹⁸ Fontes de busca da pesquisa: TEIXEIRA (2012); MOREIRA (2015) e <http://bancodeteses.capes.gov.br> (acesso em 15/06/2017). Nenhuma Tese foi encontrada.

respiração humana destacaram a existência de uma evolução do conceito e a coexistência entre concepções alternativas e concepções científicas no discurso de estudantes. Estes estudos mantêm em comum também o emprego de imagens na construção dos dados analisados¹⁹.

Na pesquisa desenvolvida por Tereza Albuquerque (2000) em uma das atividades com o uso de imagens para a obtenção dos dados, foi proposta a representação do caminho percorrido pelo ar dentro do corpo, a partir do desenho do contorno do corpo humano (figura 1). Este estudo envolveu estudantes da 2ª, 4ª e 6ª séries do Ensino Fundamental²⁰. As concepções apresentadas por estes estudantes foram organizadas em três categorias (A, B e C na figura 1) que sugeriam o emprego crescente de conexões entre o sistema respiratório e os demais órgãos e partes do corpo humano. Assim, na primeira categoria a respiração estava restrita às vias aéreas e aos pulmões; na segunda, categoria agregava-se o coração, o estômago ou outro órgão, e na terceira categoria a respiração atingia todo o corpo. Em cada uma destas categorias a respiração apresentava uma função diferente. Para a primeira categoria a respiração refresca o corpo, para a segunda categoria a respiração faz o coração bater ou o estômago funcionar, e para a terceira categoria a respiração gera energia para o corpo, como um alimento. Conceitualmente, estas funções da respiração percorrem as concepções da evolução histórica do conceito: a vitalista, a mecanicista e a bioenergética.

Figura 1 - Exemplos das categorias criadas a partir das representações construídas por estudantes do Ensino Fundamental sobre o caminho percorrido pelo ar dentro do corpo humano.



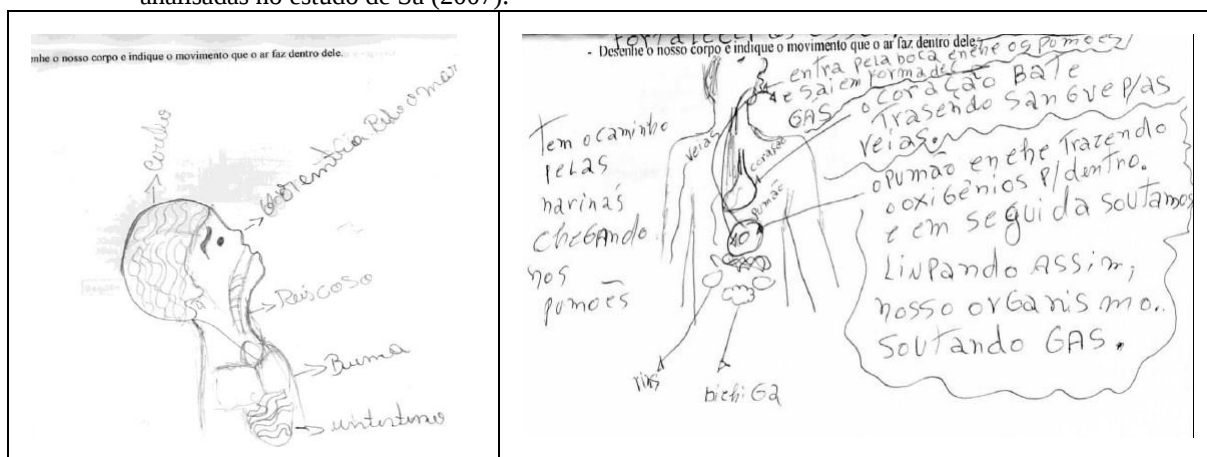
Fonte: Albuquerque (2000).

¹⁹ Estes três trabalhos desenvolveram muitas outras atividades para a construção de dados; neste recorte foram destacadas apenas as atividades que envolveram o uso de imagens, por ser objeto de interesse do presente estudo.

²⁰ Atualmente estas séries correspondem ao 3º, 5º e 7º anos do Ensino Fundamental.

As duas outras pesquisas desenvolvidas por Risonilta Sá (2007) e Elizabeth Medeiros (2011) envolveram o uso de imagens nas seguintes atividades: a produção de desenho do percurso do ar dentro do corpo e o desenvolvimento de mapa conceitual com imagens, respectivamente. O primeiro estudo envolveu estudantes da Educação Básica e do Ensino Superior, e o segundo estudo atuou com estudantes do Ensino Superior. Ambos os estudos sugerem que estas atividades, ao contribuírem para traçar o perfil conceitual dos estudantes, poderão ser empregadas por professores como avaliação da aprendizagem sobre o tema e também como ação para apoiar a formação continuada de professores. No primeiro estudo, Sá (2007) analisou as concepções alternativas dos estudantes e identificou que “há uma tendência por parte dos estudantes de considerar o fenômeno respiração numa dimensão macroscópica” (p.109) com base nos elementos concretos e perceptíveis, em detrimento do uso de explicações baseadas em elementos mais abstratos (figura 2).

Figura 2 - Representações da respiração humana construídas por estudantes do Ensino Fundamental I e II analisadas no estudo de Sá (2007).



Fonte: Sá (2007).

No segundo estudo, Medeiros (2011) aponta que há evidências da dificuldade e até da rejeição dos estudantes em construir os mapas conceituais (diagramas) com imagens dos sistemas orgânicos em uma proposta de mostrar a conexão entre os sistemas e a respiração humana; seus resultados, com efeito, indicam que

Os licenciandos, em sua maioria, representaram a respiração em um contexto fragmentado e desarticulado, no que se refere à relação deste fenômeno com os sistemas do organismo, juntamente com o ambiente no qual o homem está inserido. Não estabeleceram, portanto, as relações entre os aspectos macro e microscópicos, que caracterizam a respiração como um fenômeno único (MEDEIROS, 2011, p.165)

No entanto, dentre as três pesquisas que investigaram as concepções de estudantes acerca do fenômeno da respiração, apesar de todas empregarem a produção de imagens, as duas primeiras não evidenciaram a influência destas para a comunicação e representação dos estudantes, ou seja, a produção de imagem foi empregada como um meio de obtenção de dados, e o seu emprego como mediador no processo de compreensão do fenômeno não foi analisado. Apenas no estudo de Medeiros (2011) algumas dificuldades na construção dos mapas conceituais (MC) foram citadas e consideradas como inerentes ao processo de representação através da imagem. Quando uma estudante afirma que sua principal dificuldade em construir o MC foi conectar todos os sistemas: “Eu sei que a respiração é a base de tudo. É ela que fornece energia para todos os sistemas, mas tive dificuldade de fazer as ligações e de fazer uma sequência lógica”; ela demonstra que não há dificuldade apenas conceitual, mas também uma dificuldade em representar e comunicar o que sabe. Esta dificuldade é também um produto do ensino fragmentado que é destacado no referido estudo, pois as diferentes linguagens em interação poderiam facilitar a aprendizagem, no entanto, a elaboração de imagens é remetida para áreas específicas do saber – Artes e Técnicas – enquanto para as Ciências Naturais a linguagem empregada majoritariamente é a verbal.

Os outros quatro estudos que compõem o grupo das investigações sobre metodologias ou materiais de ensino sobre a respiração propuseram a constituição de *folder* e *site* de divulgação científica (PINTO, 2008); o desenvolvimento de aulas contextualizadas e atividades práticas (RUPPENTHAL, 2013); a construção de mapas conceituais e de livreto com orientações para o seu uso no ensino (JUNIOR, 2015); e a aplicação de proposta didática Unidade de Ensino Potencialmente Significativo (CAVALCANTI, 2016). Estes estudos foram desenvolvidos em diferentes níveis de ensino.

No estudo desenvolvido por Beatriz Pinto (2008) foi proposta a criação de *folder* e *site* para a divulgação das relações existentes entre a respiração celular e os hábitos de vida como a alimentação e a prática de exercícios físicos. Nestas atividades os estudantes não empregaram imagens na construção do *site*, apenas na construção do *folder*. No entanto, com exceção da tabela com alguns dados sobre o consumo de calorias, as imagens empregadas no *folder* não tinham como propósito a construção de conhecimentos, não dialogavam com o texto verbal, funcionando apenas como imagens decorativas.

A autora Raquel Ruppenthal (2013) em sua investigação sobre o ensino do sistema respiratório analisa em um dos capítulos os livros didáticos utilizados nos anos iniciais do Ensino Fundamental. São examinados oito exemplares que contemplam o conteúdo respiração, e a

autora apresenta de modo comparativo as mudanças sobre a abordagem do tema ocorridas nos livros que compõem o PNLD²¹ 2007 (três exemplares) e o PNLD 2010 (cinco exemplares). Em sua pesquisa, Ruppenthal destaca que as imagens do tipo “desenho” são as mais frequentes, mas que seu emprego diminui na proporção em que aumenta o uso de “esquemas”; e que a partir de 2007 as imagens passaram a ter indicações sobre as cores não serem reais e a partir de 2010 além de indicar “cores fantasia” também informam sobre a escala das imagens²². Sobre a relação das imagens com o texto verbal, a autora ressalta que a imagem exerce uma das duas funções: decorativa ou explicativa (redundantes ou complementares) e mostra a proeminência das imagens decorativas sobre as explicativas em mais de 50% do total de imagens nos dois grupos comparativos (PNLD 2007 e PNLD 2010), apesar de uma pequena redução em seu emprego. O estudo não cita ou apresenta quais são estas imagens, mas expressa que há informações contidas que podem induzir ao erro conceitual por parte dos estudantes. O estudo também emprega imagens no material das aulas contextualizadas e nas atividades práticas.

Em relação à abordagem do sistema respiratório nos livros de ciências dos anos iniciais, verificou-se que os mesmos apresentam erros nos textos e imagens, mas que também que houveram avanços percebidos ao comparar os livros do PNLD 2007 aos livros do PNLD 2010. Entre os avanços podem-se citar as imagens, que passaram a ter indicações de escala e de cores fantasia e a organização do capítulo, que passou a considerar o aluno como agente ativo durante a construção dos conhecimentos (RUPPENTHAL, 2013, p.80).

O uso de mapas conceituais foi empregado por Ataliba Duraes Júnior (2015) para a construção de dados em sua pesquisa a respeito da respiração celular. Os estudantes do Ensino Médio construíram estas imagens dialogando com o texto verbal. Como produto deste estudo foi confeccionada uma cartilha sobre o uso de mapas conceituais, dirigida aos professores. Neste estudo, o foco das análises foi a avaliação do instrumento mapa conceitual pelos estudantes, e em menor grau o desenvolvimento do conceito de respiração celular ao comparar os mapas produzidos pelos estudantes no pré-teste e no pós-teste.

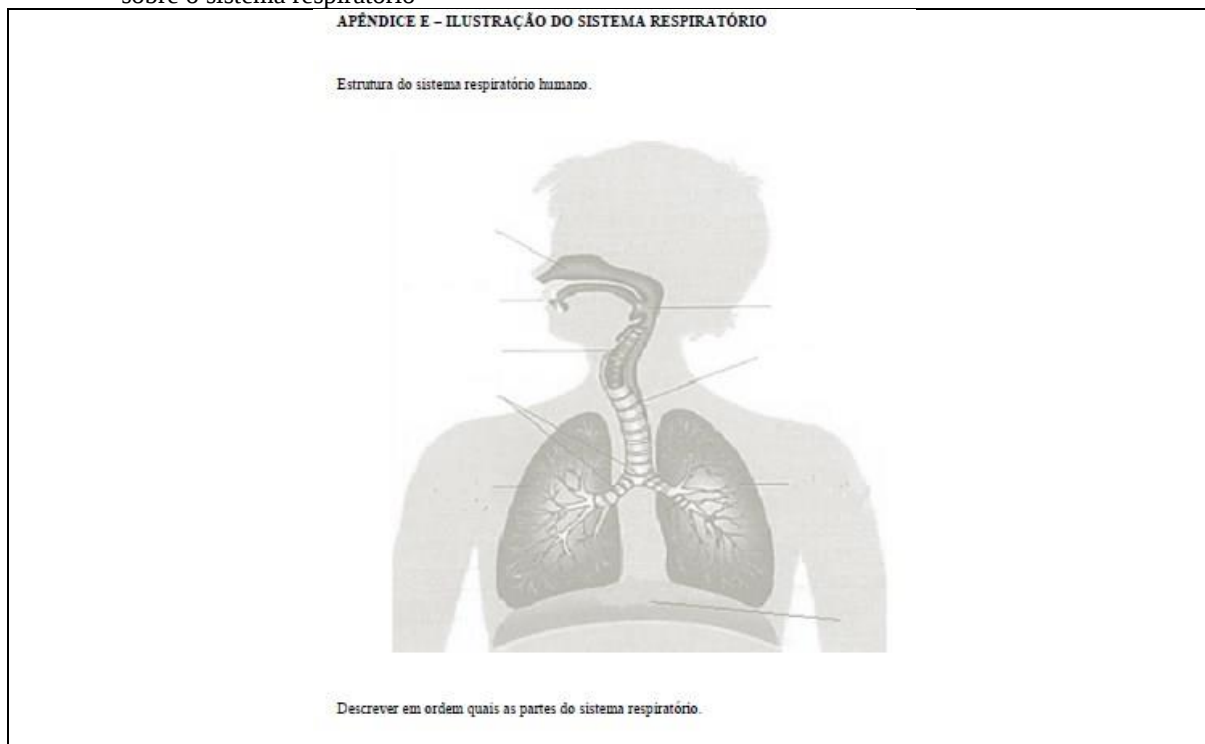
O ensino sobre o sistema respiratório humano foi problematizado por Juliano Cavalcanti (2016) através de uma proposta didático-metodológica apoiada na Teoria da Aprendizagem Significativa, no oitavo ano do Ensino Fundamental. Esta proposta didática e as demais discussões conceituais desenvolvidas foram disponibilizadas em um *blog* destinado a professores de Ciências. Na atividade inicial de investigação dos conhecimentos prévios dos

²¹ Programa Nacional do Livro Didático que fornece os livros didáticos gratuitamente para todas as escolas públicas do Brasil.

²² Exigências do PNLD (Programa Nacional do Livro Didático)

estudantes, o pesquisador utilizou a imagem abaixo, projetada em *slide* e também distribuída entre os estudantes para preenchimento:

Figura 3 - Imagem empregada por Cavalcanti (2016) para investigar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o sistema respiratório



Fonte: Cavalcanti (2016)

Outras imagens empregadas foram as existentes nos LD fornecidos aos estudantes pelo autor, para a realização de pesquisa em diferentes suportes. Na discussão dos resultados foram focalizadas predominantemente as ações pedagógicas, em detrimento do conteúdo, assim, as análises sobre quais conhecimentos foram ampliados, os possíveis obstáculos epistemológicos e a adequação de cada atividade ao conteúdo a ser discutido não foram apresentadas.

Nas sete dissertações sobre a respiração presentemente analisadas, a maioria dos estudos empregou a produção de imagens ora como um meio para investigar o conceito ora como instrumento para avaliar recursos didáticos. Nesta produção de imagens por parte dos estudantes foram evidenciadas novas formas de representação do conceito em diálogo com o texto verbal, embora esta relação não tenha sido o foco das análises. Neste processo os estudantes investiram os seus conhecimentos sobre o conceito explorado e formas alternativas para representar e comunicar empregando novos meios para a divulgação de textos multimodais sobre a respiração como *blogs*, *folders* e mapas conceituais.

Estes estudos sobre o conceito de respiração apresentam importantes dados sobre como a integração entre a linguagem verbal e a linguagem visual pode ser empregada como instrumentos para a exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes e para o desenvolvimento de novos meios semióticos a serem empregados para o ensino através de textos multimodais.

1.5 A Formação de professores no contexto da comunicação multimodal

Em um clássico livro sobre formação de professores de ciências, lançado em 1993 no Brasil, os pesquisadores Anna Maria Pessoa de Carvalho e Daniel Gil-Pérez discutem as necessidades formativas deste professor, enumerando-as: (1) A ruptura com visões simplistas sobre o ensino de ciências; (2) Conhecer a matéria; (3) Questionar as ideias docentes de “senso comum” sobre o ensino e aprendizagem de ciências; (4) Adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das ciências; (5) Saber analisar criticamente o “ensino tradicional”; (6) Saber preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva; (7) Saber dirigir o trabalho dos alunos; (8) Saber avaliar; (9) Adquirir formação necessária para associar ensino e pesquisa didática.

Estas necessidades continuam existindo, em maior ou menor grau. Há 24 anos a interação comunicacional entre professor e estudantes não foi elencada por estes autores como uma “necessidade formativa” do professor, mas foi neste período histórico em que as primeiras publicações sobre as interações comunicacionais através de diferentes modos semióticos começaram a surgir, e cada vez mais pesquisas são desenvolvidas sobre esta temática, implicando os estudos sobre educação multimodal como mais uma das “necessidades formativas” do professor de ciências.

No entanto, há poucas pesquisas que relatam sobre os diversos modos semióticos envolvidos na aprendizagem, especialmente a linguagem visual. Os autores Navarro e Ursi (2011) refletem sobre a discussão a respeito das imagens na formação inicial:

No contexto da formação inicial de professores de ciências, pouco espaço é dado para as discussões a respeito das imagens. Mesmo essa problemática sendo de extrema importância nos dias de hoje, são raros ou até nulos os cursos de formação inicial de professores que tenha espaços de para debater esta temática com seus alunos e não preparando-os para trabalhar com esse recurso de forma apropriada e propiciando uma alfabetização visual em seus alunos (NAVARRO e URSI, 2011, p.4).

Como tem sido discutido no presente estudo, o uso de imagens é uma prática cotidiana do professor de ciências materializada no uso de textos cada vez mais multimodais, e como ocorre com a linguagem verbal, a leitura e a produção de imagens precisa ser ensinada, não é um dom espontâneo, nem uma expressão subjetiva, é uma habilidade específica ler e produzir imagens e, por isto, deveria ser contemplada na formação docente:

O professor tem papel indispensável na maneira como esses recursos podem mediar a produção de sentidos pelos estudantes. Esse papel se concretiza em um variado número de ações e decisões do professor, conscientes ou não, que vão desde a escolha das imagens até as atividades em que essas se inserem. É importante que a formação inicial e continuada de professores leve em conta esse papel mediador do professor, pois ela é responsável pela sua constituição (SILVA et. al., 2006, p.220).

A ausência desta formação para a leitura e a produção de imagens voltadas ao ensino no curso de formação de professores da área de Educação em Ciências é também comentada pela autora Maria Cândida Capechi (2012):

É muito comum entre estudantes de licenciatura a ideia de que os ingredientes suficientes para uma boa aula são o domínio do conteúdo específico a ser abordado e a construção de uma sequência lógica de apresentação deste conteúdo, que, geralmente, é inspirada nos livros didáticos. A comunicação entre professor e alunos é vista de forma bastante simplificada e artefatos culturais são empregados como se o consenso em sua interpretação não envolvesse algum tipo de alfabetização por parte daqueles que os utilizam. A leitura de imagens, por exemplo, parece não depender de conhecimentos prévios do leitor ou exigir o domínio de uma gramática específica (CAPECHI, 2012, p.189).

Alguns autores propõem a efetivação de uma formação visual não apenas para os professores, mas também para os estudantes. Krees e van Leeuwen (2006) consideram que a comunicação visual está se tornando cada vez mais um domínio público e isto levará à exigência de mais regras, mais normas a serem empregadas no uso de imagens e então “não ser ‘visualmente alfabetizado’ vai começar a atrair sanções sociais. A ‘Alfabetização Visual’ começará a ser uma questão de sobrevivência” (p.3). A GDV é uma proposta teórico-metodológica que poderá ser empregada nesta formação para a ampliação das habilidades visuais de leitura e produção de imagens.

Dondis (2015 [1991]) também defende, em sua *Sintaxe da Linguagem Visual*, uma formação específica que denomina de alfabetismo visual:

Devemos buscar o alfabetismo visual em muitos lugares e de muitas maneiras, nos métodos de treinamento de artistas, na formação técnica de artesãos, na teoria psicológica, na natureza e no funcionamento fisiológico do próprio organismo humano. A sintaxe visual existe. Há linhas gerais para a criação de composições. Há elementos básicos que podem ser aprendidos e compreendidos por todos os estudiosos dos meios de comunicação visual, sejam eles artistas ou não, e que podem ser usados, em conjunto com técnicas manipulativas, para a criação de mensagens visuais claras. O conhecimento de todos esses fatores pode levar a uma melhor compreensão das mensagens visuais (DONDIS, 2015, p.18).

Estas são propostas que compreendem a necessidade de uma formação que possibilite a compreensão de uma linguagem complexa, que não é mais dominada pela linguagem verbal, mas que interage com ela através de imagens e outros recursos gestuais e sonoros. No caso específico da Educação em Ciências, esta formação é urgente, “mas a habilidade de produzir textos multimodais deste tipo, por mais importante que seja seu papel na sociedade contemporânea, não é ensinada nas escolas” (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.17). Muitas vezes, na elaboração de imagens em sala de aula, o professor, por não ter tido uma formação adequada sobre a forma de lidar com este recurso, não consegue representar um conceito de uma forma que seja compreendida por seus estudantes:

Existem evidências empíricas e teóricas sobre a dissociação entre os códigos gráficos que os docentes manipulam e os que os alunos lidam. Deste fato, os professores geralmente não estão cientes, simplesmente porque eles não foram treinados para fazê-lo, uma vez que a elaboração de imagens como instrumento de modelagem em ciência é subestimada ou, simplesmente, porque a responsabilidade é derivada para os "professores de desenho". Por conseguinte, é necessário incluir atividades de treinamento específicas – iniciais ou permanentes – de forma especial para destacar o papel atual e histórico das imagens na construção da ciência e as dificuldades que os alunos podem encontrar na sua interpretação (PERALES e GIMENEZ, 2002, p. 383).

Potencializar a aprendizagem deve ser o resultado do uso de imagens em textos multimodais, se o uso de imagens provoca limitações na aprendizagem ou a constituição de obstáculos epistemológicos é porque a formação visual ainda é escassa e

os recursos multimodais parecem estar acrescentando outro desafio aos professores, o do desenvolvimento do próprio letramento visual, o qual se faz indispensável para que possam apropriar-se mais adequadamente desses recursos em sua prática pedagógica. Portanto, consideramos necessárias algumas ações que se destinem à capacitação dos professores, não só de ciências, mas de todas as áreas, em leitura multimodal. Isso para que eles possam atingir seus objetivos de ensino com maior êxito. Para que se possa

promover, com efetividade, a habilidade de leitura multimodal dos alunos da Educação Básica, também se faz urgente desenvolver o próprio desenvolvimento dessa habilidade por parte dos professores, tanto os em serviço como os professores em formação inicial (PEREIRA e TERRAZAN, 2011, p.502).

No presente estudo, o desenvolvimento da disciplina eletiva *Multimodalidade na Educação em Ciências* (quadro n) foi um pequeno passo que se espera ter tido êxito no caminho da efetivação de uma formação para a leitura e a produção de textos multimodais. Na formação de professores para a Educação em Ciências é urgente a necessidade de inserção de estudos que promovam estas habilidades e possam instrumentalizar a atuação do professor através dos vários modos de linguagem.

Quadro N: Disciplina eletiva Multimodalidade na Educação em Ciências

Disciplina Eletiva	
Identificação	Multimodalidade na Educação em Ciências
Ementa	Estudo dos elementos constitutivos das diversas linguagens (verbal, visual, gestual, sonora) empregadas para o ensino dos conteúdos das Ciências (Química, Física, Biologia e Ciências Naturais), considerando os estudos da Semiótica, da Multimodalidade e da Alfabetização Visual e Científica em uma abordagem multidisciplinar.
Objetivo	Estudar os conhecimentos e práticas sobre a produção e a leitura de imagens no diálogo com outros modos semióticos (verbal oral e escrito, gestual) para a Educação em Ciências com enfoque na Multimodalidade, de forma a contribuir para a superação da fragmentação dos conteúdos específicos estudados.
Conteúdo programático	1. Introdução à Semiótica 1.1 Introdução aos estudos de Charles Sanders Peirce sobre os elementos constitutivos do signo 1.2 Estudo sobre a Semiótica Social 1.3 Aplicações da Semiótica para a Educação em Ciências 2. A Multimodalidade no Ensino e Aprendizagem em Ciências 2.1 Aspectos metodológicos da leitura multimodal 3. Leitura e design de imagens na Educação em Ciências 3.1 A importância da imagem no ensino e aprendizagem dos conceitos específicos 3.2 Estudos e pesquisas atuais 3.3 Design de imagens para o ensino 4. Alfabetização visual e científica
Metodologia de ensino	Através de estudos, pesquisas e aplicações práticas dos conteúdos (oficinas de leitura de imagens, oficinas de produções de imagens, análise de aulas práticas) serão construídas as situações de aprendizagem.
Metodologia de avaliação	A avaliação processual ocorrerá através de diferentes instrumentos avaliativos como trabalhos práticos individuais e em grupo, prova escrita, mini-seminários e produção de artigos científicos. A pontuação será composta da seguinte forma: (1) Avaliação escrita individual (50% da nota da AB1 e da AB2) e (2) Trabalhos e atividades diversas (50% da nota da AB1 e da AB2).

Fonte: Elaboração da autora

CAPÍTULO 2 - A GRAMÁTICA DO *DESIGN VISUAL* E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Se existe uma articulação entre imagem e conhecimento na educação em biologia, talvez tenhamos que admitir que as imagens possam modificar a maneira de conhecer de uma determinada área de conhecimento e reconhecer que a imagem pode ter uma influência importante na prática e na reflexão educativas (Cristina Bruzzo, 2014, p.1375).

A *Gramática do Design Visual* (GDV) é uma proposta teórico-metodológica para orientar a produção e a análise crítica de imagens, criada pelos semioticistas Gunther Kress e Theo van Leeuwen a partir da publicação do livro *Reading Images – The Grammar of Visual Design*²³, como dito anteriormente. Esta “gramática” pretende estudar quais os significados dos elementos regularmente empregados nas imagens de um modo mais sistemático:

Assim como gramáticas da língua descrevem como as palavras combinam em cláusulas, frases e textos, a nossa "gramática" visual irá descrever a forma em que elementos representados – pessoas, lugares e coisas – se combinam em "enunciados" visuais de maior ou menor complexidade e extensão. (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.1).

Ao intencionar fornecer elementos para descrições sobre as estruturas de composição de imagens, estes autores reconhecem as formas gramaticais visuais “como meios para a codificação de interpretações de linguagens de diferentes culturas”²⁴ (*idem*) cujos significados se constroem em seu uso cotidiano, na interação entre os membros das diversas sociedades. Desta forma, embora considerem a existência de signos com significados compartilhados na cultura ocidental, por conta de padrões e convenções já institucionalizados²⁵, os semioticistas reconhecem que a GDV descreve as práticas e os usos que um grupo particular apresenta ao utilizar os recursos visuais.

²³ Esta obra teve a segunda edição publicada em 2006, versão utilizada na presente pesquisa. A obra ainda não tem tradução em língua portuguesa.

²⁴ Assim como a teoria linguística criada por Michel Halliday propõe para as formas gramaticais linguísticas, pensamento linguístico do qual os autores Kress e van Leeuwen se inspiram.

²⁵ Como por exemplo, a leitura da esquerda para direita que na *função composicional* proposta pela GDV estabelece que a informação nova é colocada à direita na imagem, como será visto mais adiante.

Neste sentido, a GDV “não é uma gramática universal” (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.4), mas ela fornece alguns conceitos e algumas ideias para o estudo da comunicação visual de um determinado grupo, que poderá ser das nações ocidentais, de um país, de uma tribo ou de uma área de conhecimento, como a área de Educação em Ciências. Para os proponentes da GDV este estudo é sobre um processo que é social e sempre interage com as especificidades do grupo que se comunica:

Temos deliberadamente feito a nossa definição como um processo social, começando com a pergunta **"Qual é o grupo?"** **"Quais são as suas práticas"** e a partir disto tentando descrever a gramática em questão, em vez de adotar uma abordagem que diz: “Aqui é a nossa gramática; as práticas e os saberes deste grupo estão em conformidade com ela ou não?” (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.3, grifos nossos).

Contextualizando esta discussão na área da Educação em Ciências, o saber escolar das Ciências é de natureza eminentemente abstrata e requer a representação e a comunicação através de imagens que são compostas por signos culturalmente construídos, inclusive como símbolos universalmente reconhecidos²⁶. Este grupo, portanto, possui uma forma de representar e comunicar que é própria, mas que, por ser social, está sujeita a mudanças. Algumas destas formas visuais empregadas na Educação em Ciências poderão ser estudadas pela GDV para subsidiar sua leitura e também a sua produção na composição de textos multimodais, que são comumente empregados para o ensino.

A importância dada ao papel do produtor da imagem é destaque na GDV, pois este processo de produção de imagens para o ensino poderá influenciar não apenas na compreensão de um conceito específico, mas também em uma concepção da natureza da Ciência. Visto que embora a exibição de imagens no ensino de ciências seja uma constante (ALBUQUERQUE *et al.*, 2017), a leitura apropriada e a produção destas imagens não são práticas comumente desenvolvidas pelos atores da sala de aula. Neste contexto, se a imagem a ser empregada no ensino fosse produzida por professor e estudantes, sujeitos integrantes de uma comunidade que possui uma história e signos característicos, o modo de representação seria motivado pelos valores, regras, necessidades e conhecimentos desta comunidade e assim a comunicação seria mais eficaz.

²⁶ Como o símbolo da radiação, por exemplo.

Os professores e estudantes de uma turma de Biologia, por exemplo, possuem signos compartilhados entre si que são próprios de sua área de conhecimentos (símbolos) e outros que são próprios de sua comunidade (termos que designam doenças, por exemplo). Os signos, portanto, podem ser universais e locais. Estes signos são também mutáveis, na medida em que o seu uso (ou desuso) poderá transformá-lo a partir da influência da interação dos diferentes modos semióticos e novos signos serão criados.

No entanto, se as imagens não são criadas por professor e estudantes desta comunidade, e se eles utilizam as imagens elaboradas por produtores alheios a esta comunidade, parte desta interação entre produtor e usuário da imagem estará prejudicada. É claro que não será apenas através do uso de imagens e signos próprios que a compreensão sobre determinado conceito irá ocorrer, mas durante uma explicação: enquanto através da fala o professor constrói a representação que melhor expressa a sua compreensão sobre determinado conceito, por outro lado, no uso de uma imagem copiada, este modo de representação não será necessariamente o que “melhor expressa” a compreensão do professor, pois esta imagem muitas vezes é reproduzida de outras fontes (ou é a imagem do livro didático) e o professor, comumente, não possui formação para avaliá-la ou fazer a sua leitura e empregou esta imagem por ser a disponível, e não por ser a que melhor representa o que quer comunicar.

Esta situação, longe de ser uma exceção na área da Educação em Ciências, é quase uma regra. Professores e estudantes são distanciados da prática de produção de imagens e também de sua leitura. Ao longo da escolarização o uso da imagem para o ensino sofre transformações: nos anos iniciais esta é a linguagem principal, crianças aprendem e registram seus conhecimentos através de imagens, mas como o passar do tempo a aprendizagem da escrita verbal provoca a redução do uso das imagens como instrumento de representação e comunicação da aprendizagem e este uso passa a se configurar como uma expressão pessoal que não precisa ser corrigida ou aperfeiçoada.

No avançar da escolarização, com a entrada de conhecimentos cada vez mais abstratos, o emprego de imagens retorna em textos multimodais dos livros didáticos ou projetados em *slides*. Mas não basta que os estudantes dominem os elementos constitutivos da linguagem verbal para “traduzir” a linguagem visual, é imprescindível que dominem também os elementos da linguagem visual:

O que se expressa em linguagem através da escolha entre diferentes classes de palavras e estruturas de cláusula, pode, em comunicação visual, ser expressa através da escolha entre diferentes usos da cor ou diferentes estruturas

composicionais. E isso vai afetar o significado. Expressando algo verbal ou visualmente faz a diferença (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.2).

Neste contexto, ter acesso aos estudos e recursos da Gramática do *Design* Visual qualifica o uso de estruturas de composição para a linguagem visual para ler e compreender uma imagem assim como para produzir uma imagem e ensinar um conceito através dela. Portanto, produzir um texto multimodal para o ensino de ciências é estar envolvido na produção de significado, e esta produção precisa estar fundamentada nos recursos mais apropriados, recursos próprios de cada tipo de linguagem que envolve o texto multimodal, possibilitando novas práticas no uso de imagens em sala de aula, a partir do trabalho mediado pelo professor, visto que

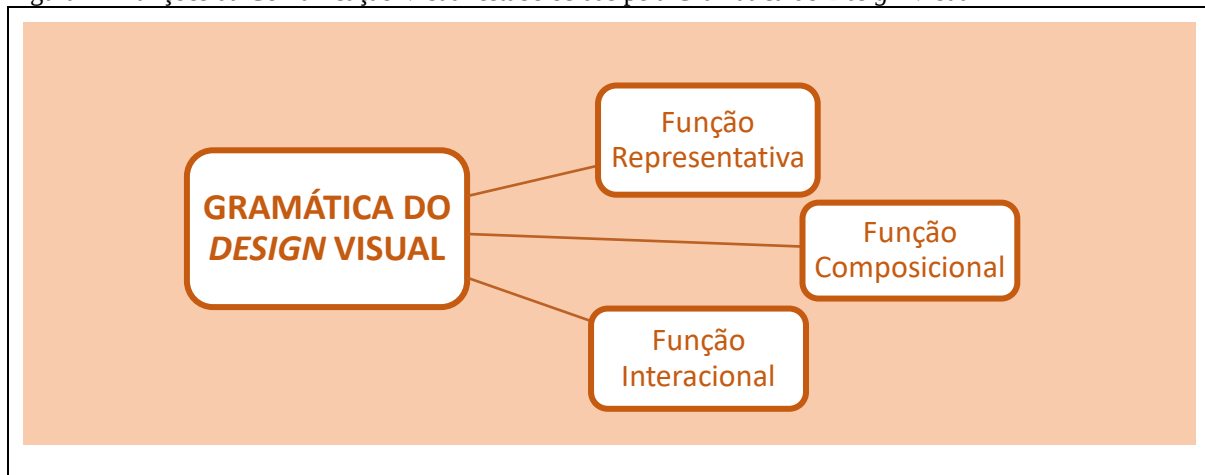
O professor tem papel indispensável na maneira como esses recursos podem mediar a produção de sentidos pelos estudantes. Esse papel se concretiza em um variado número de ações e decisões do professor, conscientes ou não, que vão desde a escolha das imagens até as atividades em que essas se inserem. É importante que a formação inicial e continuada de professores leve em conta esse papel mediador do professor, pois ela é responsável pela sua constituição. (SILVA *et al.*, 2006, p.220)

Como discutido anteriormente, uma proposta teórica e instrumental para o exame destes elementos constitutivos da linguagem visual é apresentada na GDV através do exame das três funções que os elementos envolvidos na comunicação estabelecem: *função representacional*, *função interacional* e *função composicional*, representadas na figura 4. Para a GDV há três entes que interagem: o ente representado na imagem, o produtor da imagem e o leitor da imagem. As relações existentes entre os entes representados na imagem (denominados de *participantes*) são consideradas dentro da **Função Representacional**, que trata das estruturas que visualmente constroem os eventos ou conceitos. As relações existentes entre o ente representado, o ente produtor e o ente leitor são denominadas de **Função Interacional**. A **Função Composicional**, por sua vez, irá fundamentar a integração entre as duas primeiras funções, discutindo como a composição entre os elementos da imagem constroem significados (NOVELLINO, 2007).

Estas três funções carregam em si as influências culturais, históricas, sociais e afetivas do grupo ao qual pertencem os sujeitos da comunicação, como destacam Kress e van Leeuwen (2006), ao considerar que “as sociedades não são homogêneas, mas compostas por grupos com diferentes e, muitas vezes contraditórios, interesses, as mensagens produzidas pelos indivíduos irão refletir as diferenças, as incongruências e os confrontos que caracterizam a vida social” (p.20). Conduzindo mais uma vez esta discussão para a Educação em Ciências, estas imagens,

ao representarem os interesses de seus produtores, veiculam sentidos, significados, visão de mundo, que representam suas concepções sobre a natureza da Ciência.

Figura 4 - Funções da Comunicação Visual estabelecidas pela Gramática do *Design Visual*



Fonte: elaboração da autora.

Neste sentido, por exemplo, é comum encontrar a imagem do Isaac Newton (1643-1727) sentado sob uma macieira, lendo um livro quando uma maçã cai sobre a sua cabeça e daí ele cria a Lei da Gravitação Universal. Esta imagem está claramente relacionada à concepção “empírico-indutivista e atórica” descrita por Cachapuz *et al.*, (2005) como uma das visões deformadas da ciência que não consideram as teorias e as hipóteses que orientam o processo de investigação. É como se o cientista não tivesse desenvolvido todos os estudos e análises que o qualificaram para conceber esta teoria e descobriu, ao acaso, ao ser atingido por uma maçã, a Lei da Gravitação Universal. Esta visão deformada da Ciência induz a existência de um cientista-herói, algo que os estudantes não poderão ser, pressupondo a Ciência como inatingível e descolada da realidade. Assim, poderíamos concluir que esta imagem está carregada de influências de uma concepção específica sobre a Natureza da Ciência, a qual o seu produtor é partidário, e que é disseminada através dela em diversos livros didáticos. Esta imagem, portanto, dialoga com um grupo específico que concorda com esta visão de Ciência e este significado é reproduzido por outros membros, por exemplo, pelos estudantes e professores que utilizam o livro, ou pelos usuários que observam esta imagem, mas não conseguem ter uma visão crítica sobre a sua mensagem, e involuntariamente reproduzem este significado.

O exemplo acima evidencia como é importante que a produção e a leitura de imagens possam estar presentes em sala de aula, como habilidades inerentes ao processo de ensino e aprendizagem de conceitos específicos, mas também, como um exercício da crítica e compreensão da natureza da Ciência.

A produção e a leitura de imagens para a Educação em Ciências, portanto, envolvem concepções de Ciência e estas irão influenciar as concepções de Ensino. Se se consideram os conhecimentos científicos como imutáveis e absolutos não serão propostas situações de ensino e aprendizagem em que a crítica e a busca de novas respostas às questões científicas possam ser desenvolvidas. Neste sentido, se as imagens que são utilizadas em textos multimodais para o ensino de Ciências são predominantemente estáticas, em detrimento de imagens que discutem processos e transformações, podemos supor que esta restrição traz embutida uma ideologia da Ciência como verdade absoluta, estática, em que os conhecimentos são apresentados em imagens como as tabelas com dados ou os diagramas taxonômicos com informações que apenas precisam ser decoradas. Ao mesmo tempo, são conhecimentos que muitas vezes estão descontextualizados e fragmentados, e assim não se reconhece a complexidade envolvida, pois as relações existentes são subtraídas por conta da necessidade de uma imagem ter de ser “resumida”.

Por isto que Kress e van Leeuwen (2006) irão destacar como os recursos empregados na produção destas imagens representam as intenções do autor, ou seja, os elementos constitutivos das imagens não são aleatórios, são sempre motivados. Assim, a produção da imagem e não apenas a leitura da imagem, configura-se como salutar no processo de tomada de consciência no emprego de imagens para o ensino das ciências. Segundo Theisen, Leffa e Pinto (2014) que pesquisam sobre a importância da leitura de imagens para o letramento visual, a GDV é

Um recurso para a análise de imagens, considerando que os elementos visuais são mensagens organizadas e estruturadas, conectadas ou não ao texto verbal. A GDV é uma ferramenta que pode colaborar para a apropriação do letramento visual e a leitura ativa de imagens. Ela contribui, ainda para que o sujeito seja também um *designer*, um produtor, e não apenas um consumidor [...] (THEISEN, LEFFA e PINTO, 2014, p.106).

Nas salas de aula de ciências, no entanto, os estudantes são tratados como “consumidores” de imagens. E os professores também. Em verdade, os professores seriam os “atravessadores” de imagens. Ambos permanecem excluídos do processo de produção da imagem que será empregada no texto multimodal para o ensino, muitas vezes, utilizando a mesma imagem que se perpetua durante toda a escolarização, principalmente através do livro didático. As autoras Mônica Lobo e Isabel Martins (2014) também chamam a atenção para o papel do produtor da imagem na GDV:

Estes autores [Kress e van Leeuwen] propõem um estudo sobre a estrutura visual e as formas como as imagens são utilizadas para produzir sentidos. Neste processo, **o indivíduo produtor de sentido o faz a partir da representação de um objeto ou entidade**, utilizando-se de um sistema complexo de representação, que inclui inferências culturais, sociais, psicológicas e históricas, e focando no momento preciso do ato da representação. (LOBO e MARTINS, 2014, p. 90-91, grifo nosso)

Assim, no respeito à produção de imagens, é indispensável que os produtores escolham e empreguem os recursos mais adequados e acessíveis ao grupo que integra e destina a mensagem, considerando as inferências citadas pelas autoras. A GDV disponibiliza uma estrutura descritiva que poderá ser empregada como ferramenta para analisar as imagens disponíveis e para construir novas imagens. A seguir, são apresentadas as três Funções da Comunicação Visual propostas pela GDV que poderão contribuir para uma análise crítica do discurso visual.

2.1 A Função Representacional

A *função representacional* ou *representativa* estabelece as relações que acontecem dentro da própria imagem, ou seja, “tenta descrever como as pessoas e objetos do mundo real são representados nas imagens em suas relações de poder, centralidade, periferia, entre outros aspectos” (THEISEN, LEFFA e PINTO, 2014, p.110). Na GDV discute-se a “estruturação visual” e a ideologia por trás desta estruturação, como discutem Kress e van Leeuwen (2006):

As estruturas visuais não reproduzem simplesmente as estruturas da “realidade”. Pelo contrário, elas produzem imagens de realidade ligadas aos interesses das instituições sociais em que as imagens são produzidas, circuladas e lidas. Elas são ideológicas. As estruturas visuais nunca são meramente formais: têm uma dimensão semântica profundamente importante (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.47).

Ao ler uma imagem, o sujeito poderá perceber, por exemplo, se esta imagem mostra que há uma relação de ação e reação entre dois elementos; se classifica os diferentes elementos de um grupo; se estabelece uma relação entre parte e todo, dentre outros aspectos. Estas questões tratam da forma como os *participantes* da imagem se relacionam entre si para construir um significado, um significado que não é neutro, pois representa interesses aos quais o produtor da imagem defende. A *função representacional* poderá ser *narrativa*, de acordo com a representação do fenômeno através de eventos e ações (com a presença de vetores) ou

conceitual (com ação *classificatória*, *analítica* ou *simbólica*). A figura 5 abaixo apresenta as subdivisões da *função representacional*:

Figura 5 - A *função representacional* e seus elementos constitutivos



Fonte: Elaboração da autora.

2.1.1 *Função Representacional Narrativa*

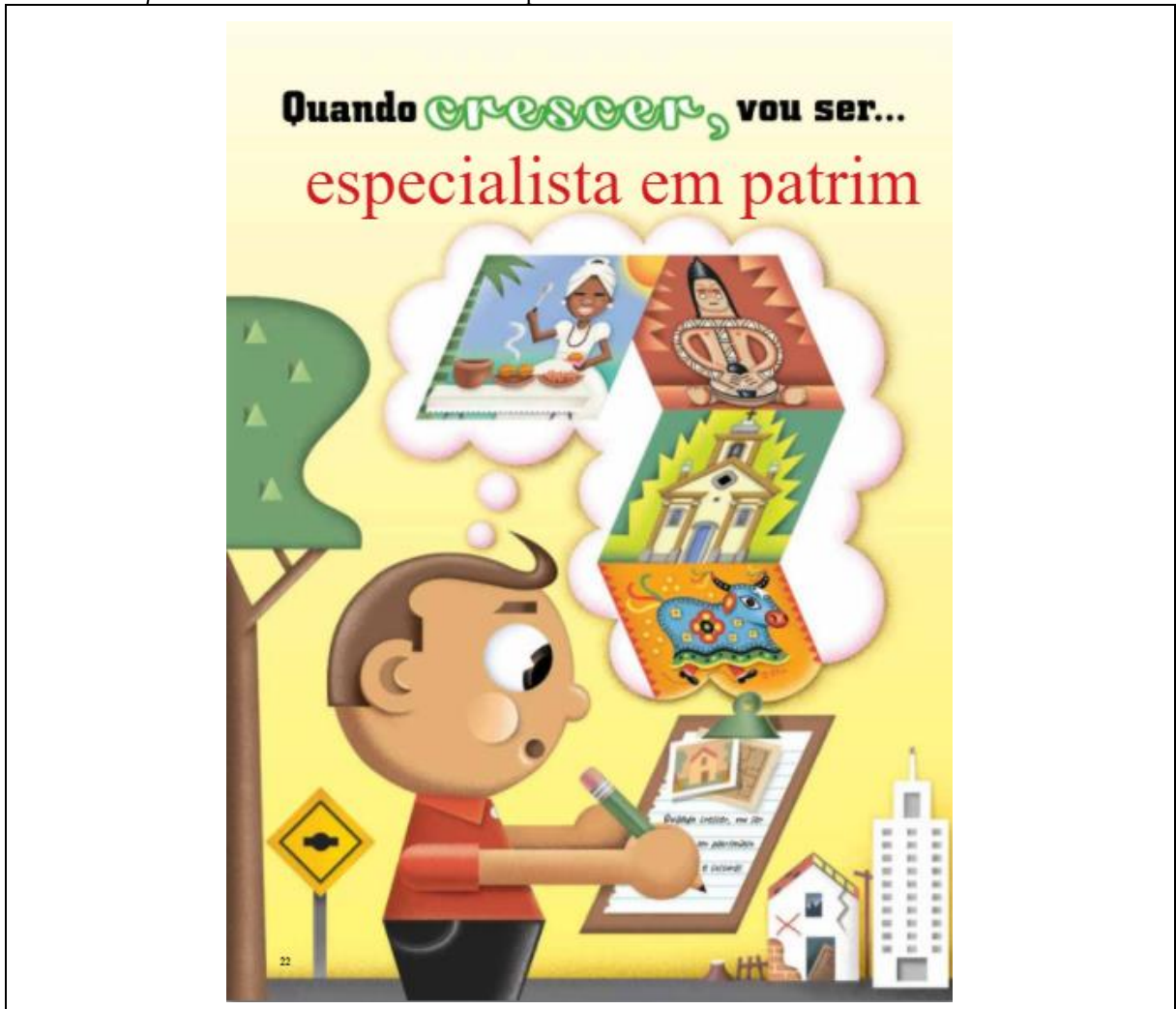
É caracterizada por apresentar cadeias de ações ou processos de mudança, como definem Kress e van Leeuwen (2006): “os padrões narrativos servem para apresentar ações e acontecimentos que se desdobram, processos de mudança, arranjos espaciais transitórios” (p.59). Na representação de processos narrativos são empregados vetores. Estes vetores, por sua vez, indicam o *ator* da ação (*participante* que exerce a ação) e a *meta* (*participante* a que ou a quem a ação é realizada). Uma imagem narrativa é dinâmica, conta uma história na qual os vetores representariam visualmente os verbos:

A característica de uma "proposição" narrativa visual é a presença de um vetor: as estruturas narrativas sempre têm um, as estruturas conceituais nunca têm. Em imagens, esses vetores são formados por elementos representados que formam uma linha oblíqua, muitas vezes uma linha diagonal bastante forte, [...]. Os vetores podem ser formados por corpos ou membros ou ferramentas “em ação”, mas existem muitas outras maneiras de transformar elementos representados em linhas de ação diagonais. Uma estrada que corre diagonalmente através do espaço de imagem, por exemplo, é também um vetor, e o carro que conduz sobre ele é um “ator” no processo de “dirigir”. Em imagens abstratas como diagramas, os processos narrativos são realizados por elementos gráficos abstratos - por exemplo, linhas com um indicador explícito de direcionalidade, geralmente uma seta. Tais características de direcionalidade devem sempre estar presentes se a estrutura for realizar uma representação narrativa: linhas de conexão sem um indicador de direcionalidade formam um tipo particular de estrutura analítica e significam algo como “está conectado a”, “está unido a”, “está relacionado a” (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.59).

De acordo com a Gramática do *Design Visual*, há seis tipos de processos narrativos que são definidos com base no tipo de vetor e no tipo e quantidade de *participantes* envolvidos: *de ação* (um processo encadeado com um começo e um fim), *de reação* (deve possuir um *participante* humano representado), *de fala e mental* (i.e. os balões de fala, tão comumente empregados em histórias em quadrinhos), *de conversão* (possui setas indicando um ciclo), *simbolismo geométrico* (i.e. vetor com seta pontilhada) e *circunstâncias* (i.e. o primeiro plano e o segundo plano da imagem).

A Figura 6 abaixo representa um *processo representacional narrativo do tipo mental* ao apresentar como vetor as “protusões oblíquas” que partem de um balão de pensamento. Este tipo de processo demanda sempre um *participante* humano (ou seres humanizados) e o balão de pensamento é chamado de *senser*.

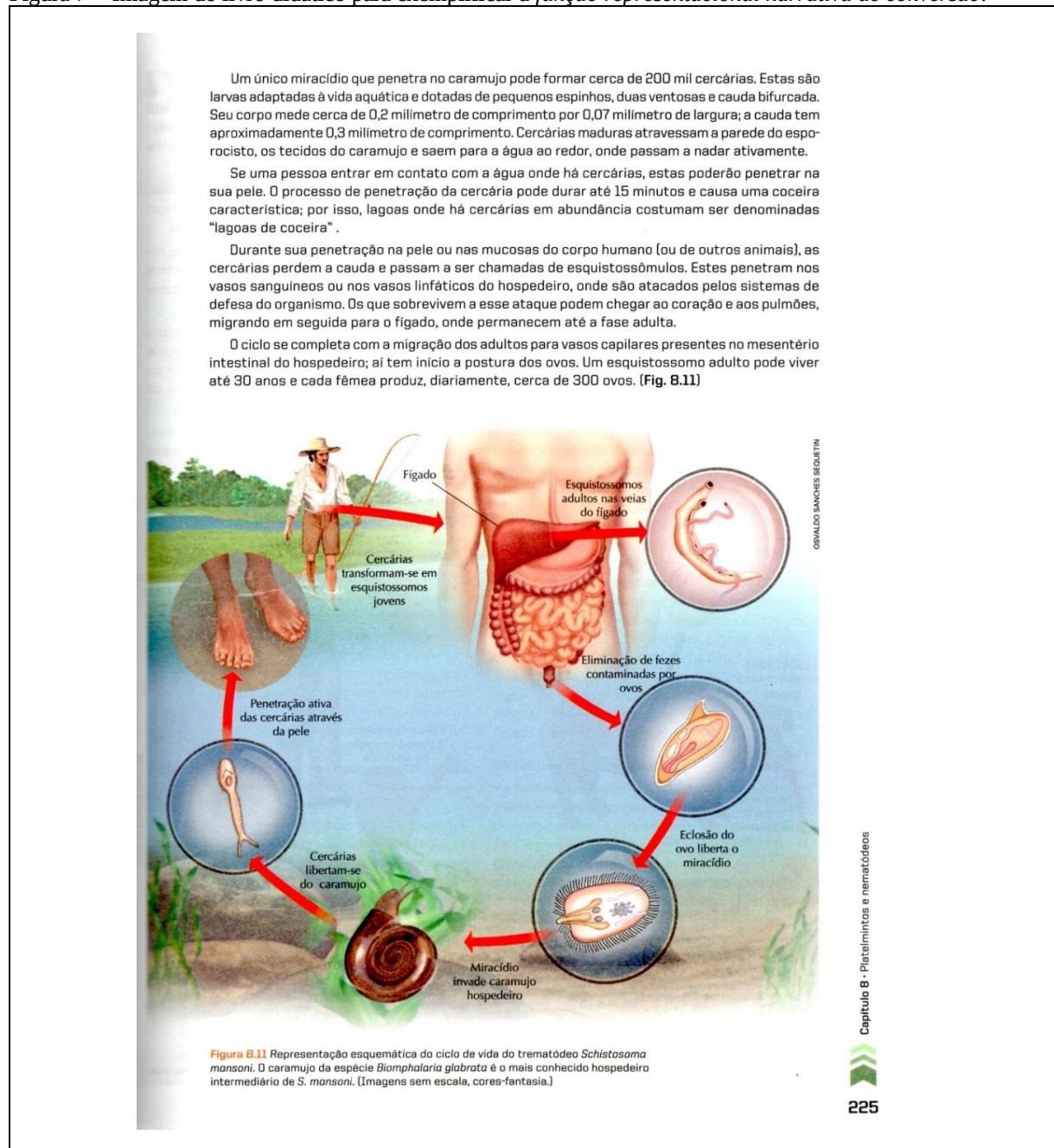
Figura 6 - Imagem de revista de popularização científica para exemplificar a *função representacional narrativa de processo mental* através do balão de pensamento



Fonte: www.chc.org.br

A figura 7 apresenta um exemplo de *função representacional narrativa* e por representar um processo em que um mesmo *participante* age como *ator* e como *meta*, este é chamado de *processo narrativo de conversão*. Neste exemplo o homem é *ator* ao eliminar as fezes contaminadas e é a *meta* ao ser contaminado em momento posterior do mesmo ciclo. Para Kress e van Leeuwen (2006) este tipo de processo “é especialmente comum nas representações de eventos naturais; por exemplo, diagramas de cadeia alimentar ou representações diagramáticas do ciclo hidrológico” (*ibid.*, p.69).

Figura 7 - Imagem do livro didático para exemplificar a *função representacional narrativa de conversão*.



Fonte: AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia**. Volume 2. 3.ed. São Paulo: Moderna, 2010, p. 225. Livro didático aprovado pelo PNLD 2012/2013/2014.

A figura 7 mostra que as imagens, os vetores, as cores e o texto verbal formam um todo que amplia a compreensão sobre o que se quer comunicar: o processo de desenvolvimento do esquistossomo e o como o sujeito pode se contaminar. O uso da linguagem verbal ou da linguagem visual não é uma opção igualmente válida. Alguns conteúdos serão mais bem explicados visualmente, enquanto outros conteúdos serão mais bem explicados verbalmente, não precisa haver uma “sincronia” – no sentido de que haja uma correspondência equivalente entre a estrutura verbal e a estrutura visual – para que a mensagem seja compreendida. Embora alguns elementos como os vetores possam ser considerados como equivalentes aos verbos, os signos empregados são próprios de cada linguagem, no caso, funcionam para criar o sentido de sequência/consequência ou continuidade. Os processos narrativos, por sua natureza deveriam ser os mais empregados na Educação em Ciências, mas não são. A representação conceitual continua sendo a mais empregada.

2.1.2 Função Representacional Conceitual

Representa os *participantes* “em termos de sua essência mais generalizada e mais ou menos estável e intemporal”, (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.79) e não emprega vetores. Neste sentido, a representação conceitual poderá ser de três tipos: *classificatória* (classe), *analítica* (estrutura) e *simbólica* (significado). A *função classificatória* analisa comparativamente os membros de uma mesma classe e identifica padrões e categorias que auxiliam o estudo dos *participantes*; a *função analítica* observa as relações existentes entre parte e todo; e a *função simbólica* analisa o destaque dado a um elemento e suas propriedades específicas. (MARTINS, et al. 2003).

2.1.2.1 Função Representacional Conceitual Classificatória

Segundo a GDV, a classificação irá relacionar os *participantes* entre si a partir de um tipo de conexão, uma taxonomia, e assim, haverá os *subordinados* e os *superordinados*. Uma característica muito comum nas imagens que tratam da classificação é o emprego de diagramas de árvores. Outra característica é a simetria entre os *participantes representados*:

Para perceber a natureza estável e atemporal da classificação, os participantes são frequentemente mostrados de uma forma mais ou menos objetiva, descontextualizada. O fundo é liso e neutro. Profundidade reduzida ou

ausente. O ângulo é frontal e objetivo. E frequentemente há palavras dentro do espaço da imagem (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.79).

A classificação proposta não é natural, é sempre um arranjo criado, com uma intenção específica. Na Educação em Ciências as taxonomias são elaboradas para facilitar a compreensão do conteúdo. Estas classificações são temporárias, sendo revistas a partir de novas descobertas científicas. A figura 8 a seguir apresenta uma imagem classificatória muito comum nos livros didáticos de Ciências, na qual podemos observar as características descritas acima, como a simetria:

Figura 8 - Página do livro didático, representativo da *função classificatória*.

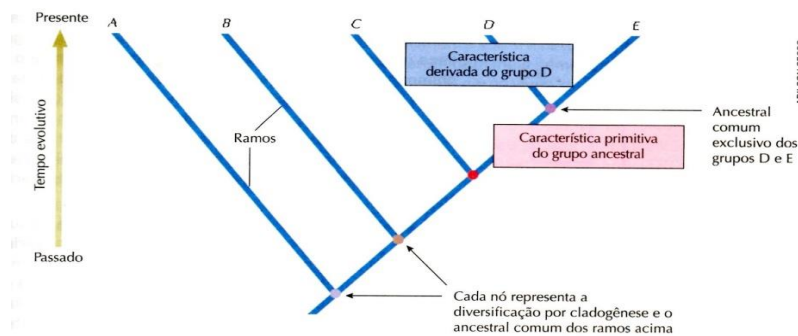


Figura 1.18 Representação genérica de um cladograma. Cada terminal de um ramo (A, B, C, D, E) representa um grupo ou espécie atual. Cada nó indica um ponto de diversificação e representa a cladogênese que deu origem aos grupos representados acima dele; corresponde, também, ao ancestral comum exclusivo dos ramos acima.

A aplicação da análise cladística à classificação biológica vem trazendo mudanças significativas nas árvores filogenéticas construídas pelos métodos tradicionais. Por exemplo, enquanto na classificação tradicional os mamíferos, as aves e os répteis formam três classes distintas, a cladística defende que as aves, por apresentarem as mesmas apomorfias que os répteis, deveriam ser classificadas junto com eles. A presença de penas não é uma apomorfia das aves, ou seja, uma característica exclusiva delas, pois ocorria em grupos primitivos extintos, com características tipicamente de répteis. (Fig. 1.19)

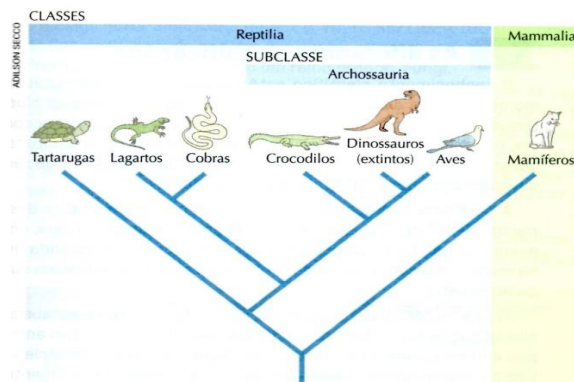


Figura 1.19 Alguns sistematistas, com base na análise cladística, propõem mudanças na filogenia e na classificação dos seres vivos. A classe Aves, como aparece na classificação tradicional, deixaria de existir e as aves passariam a fazer parte da classe Reptilia (subclasse Archosauria), juntamente com crocodilos e dinossauros. (Imagens sem escala, cores-fantasia.) (Dados taxonômicos baseados em *Tree of life*. Disponível em: <http://tolweb.org/Eutheria/15997> - acesso em: mar. 2010.)

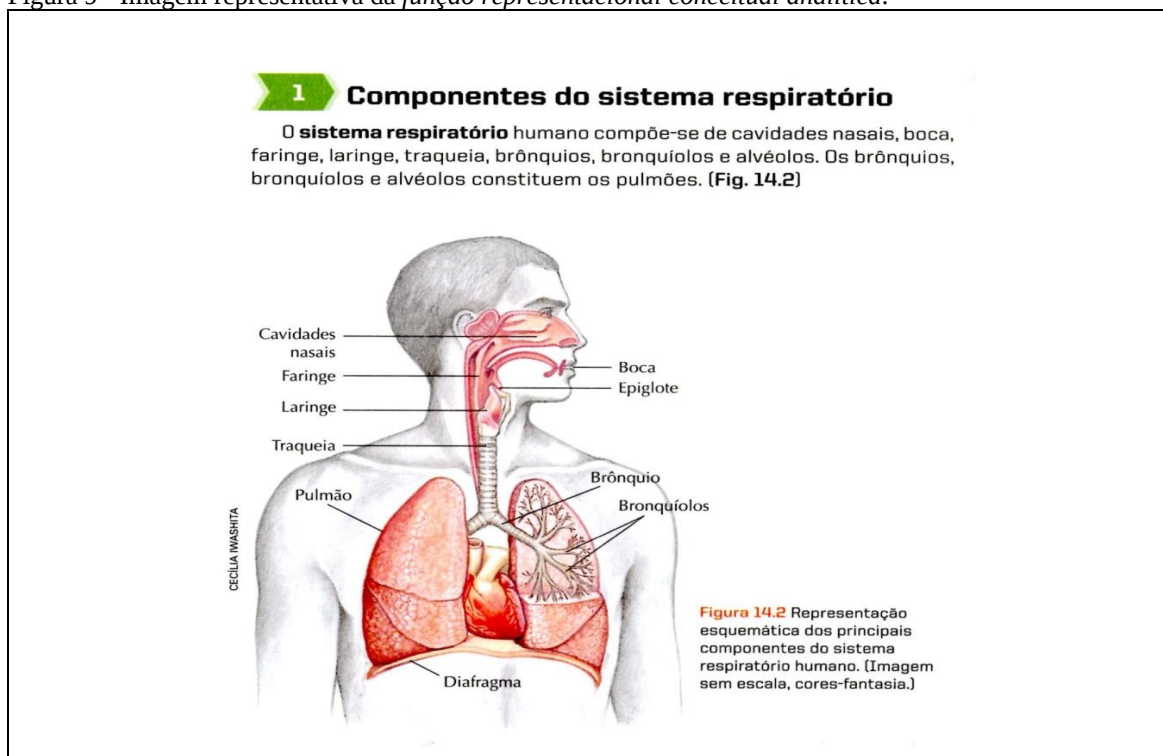
Os métodos modernos de análise filogenética, associados a análises genéticas e bioquímicas cada vez mais detalhadas, devem trazer mudanças expressivas à classificação biológica nos próximos anos. É até mesmo possível que o gênero ao qual pertencem os seres humanos, atualmente o único da família Hominidae e representado apenas pela espécie *Homo sapiens*, ganhe duas novas espécies. É essa a proposta de alguns cientistas com base na análise detalhada de certas sequências de DNA do chimpanzé (*Pan troglodytes*) e do bonobo, ou chimpanzé-pigmeu (*Pan paniscus*).

Na imagem acima identificamos os cladogramas que são usualmente empregados para representar as relações filogenéticas ou genealógicas entre os seres. Na imagem da parte superior da página indica-se como ler este tipo de diagrama, na parte inferior o corpo do texto explica as mudanças que podem ocorrer na classificação das espécies e a imagem ilustra uma destas modificações. Este tipo de representação diagramática é próprio da área de biologia, sendo o seu significado compartilhado entre os membros da área, que o reconhecem e o empregam.

2.1.2.2 Função Representacional Conceitual Analítica

Nesta, as imagens são compostas por *participantes* que mantêm uma relação do tipo parte-todo, em que “o todo” será chamado de *carrier* (portador) os seus *atributos possessivos* serão as partes. Os mapas são exemplos de estrutura parte-todo. Na Biologia, as imagens dos sistemas orgânicos são exemplos típicos desta relação. Na representação da figura 9 são identificados como *carrier* o sistema respiratório e seus *atributos possessivos*, os órgãos envolvidos. Observa-se que não há vetores indicando a passagem do ar inspirado/expirado e também não há esta indicação no corpo do texto ou na legenda. As linhas indicam o nome de cada órgão, ou seja, as partes do sistema respiratório, mas não indicam as suas funções.

Figura 9 - Imagem representativa da *função representacional conceitual analítica*.

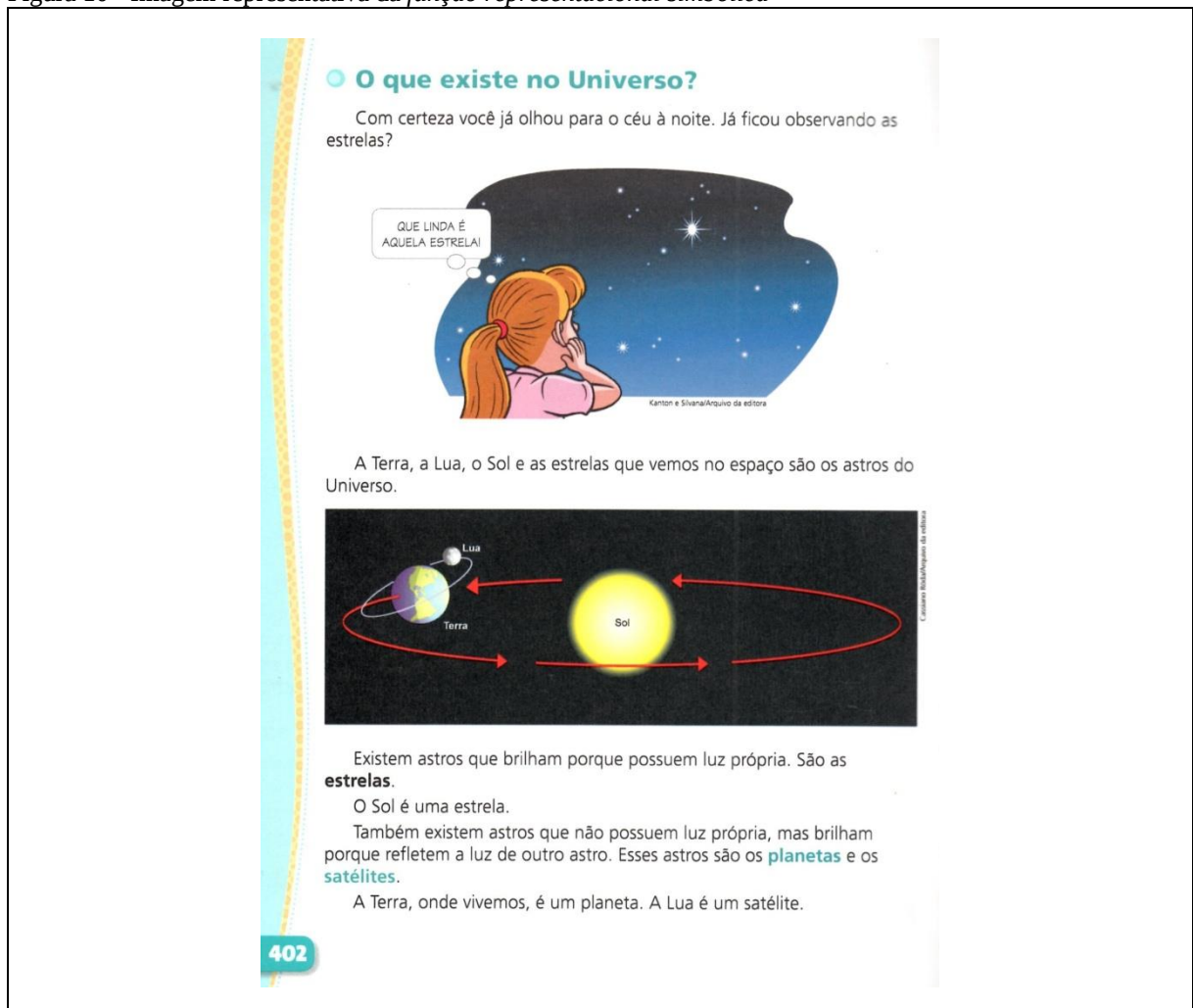


Nesta imagem, comum nos livros didáticos de ciências e biologia, o sistema respiratório está em destaque e, enquanto os alvéolos são citados no corpo do texto, mas não são representados na figura, com o diafragma ocorre o inverso: é apresentado na imagem, mas não é citado no corpo do texto.

2.1.2.3 Função Representacional Conceitual Simbólica

É identificada nas imagens em que o *portador* é ele próprio o símbolo ou o *portador* possui os *atributos simbólicos*: “processos simbólicos são sobre o que um *participante* significa ou é” (KRESS e van LEEUWEN, 2006, p.105) Estes atributos são destacados na imagem (através de margens iluminadas, aumento no tamanho, ou por serem “apontados” de alguma forma) e comumente “estão convencionalmente associados a valores simbólicos” (*idem*). Na figura 10 abaixo, a segunda imagem representa esta função:

Figura 10 - Imagem representativa da *função representacional simbólica*



Fonte: MARSICO, Maria T.; NETO, Armando C. C.; ANTUNES, Maria E. M. (2010)

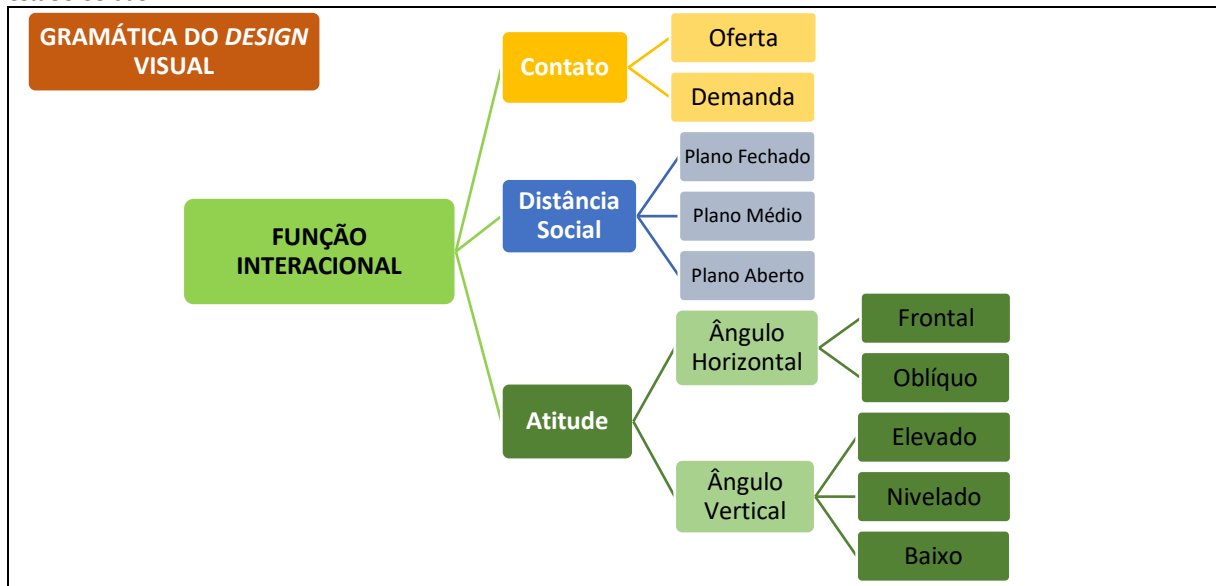
Na composição da segunda imagem do texto multimodal acima, o Sol é o atributo simbólico, sua representação está em destaque, no centro da imagem, colorida com uma cor convencionalizada. A representação do planeta Terra como uma esfera com as porções de água em azul e as porções de terra em amarelo também configura como símbolo de uma linguagem científica que é reconhecida universalmente. A curvatura das setas simboliza que este é um movimento natural. O simbolismo desta imagem permite que seu significado alcance sujeitos para além da área de conhecimentos, pois atua como uma convenção universal. Foi explorado um exemplo da área de ciências, mas este tipo de função, no entanto, também é mais facilmente encontrado em obras de arte e nas publicidades. Kress e van Leeuwen (2006, p.105) destacam algumas das características que os atributos simbólicos possuem, combinadas ou não: (1) “São salientes na representação, de uma maneira ou de outra”; (2) “São apontados por meio de um gesto” que não indica uma ação; (3) “Eles parecem fora do lugar, de alguma forma” e (4) “Estão convencionalmente associados a valores simbólicos”.

De uma forma geral, no estudo sobre as três funções *representacionais conceituais* é importante destacar que algumas imagens poderão apresentar *participantes* com atributos das três diferentes funções conceituais, mas na maioria dos casos o produtor da imagem destaca uma função em especial, de acordo com o seu interesse na construção de significados. Por outro lado, as convenções já estabelecidas na comunicação existente dentro de um grupo, provocam/demandam um perfil de representação para o que se quer comunicar.

2.2 A Função Interacional

A *função interacional* destaca “as relações que se criam entre os *participantes representados* e o observador, que olha a imagem do lado de fora” (THEISEN, LEFFA e PINTO, 2014, p.110). Ou seja, dentro da imagem os *participantes* estabelecem uma relação com o leitor, diferentemente do que ocorre nas imagens em que a *função representativa* é o foco, pois estabelecem relações apenas entre os *participantes* da imagem. A forma desta interação vai variar de acordo com os elementos constitutivos de cada imagem. Assim, as interações entre imagem e observador não são padronizadas, não são transparentes, cada uma se estabelece de uma maneira específica, e o produtor da imagem é o responsável por esta orientação. Dependendo do ângulo utilizado, do enquadramento da imagem e da existência “da linha do olhar”, as funções serão estabelecidas e os significados serão construídos. No que diz respeito aos significados interativos é possível observar na figura 11 que existem três modalidades de interação: o *Contato*, a *Distância Social* e a *Atitude*:

Figura 11 - Diagrama sobre as dimensões em que as relações interacionais entre o leitor e a imagem são estabelecidas



Fonte: elaboração da autora.

No *Contato*, as interações entre o *participante representado*, o produtor e o *participante interativo* (leitor/espectador da imagem) são compreendidas como *relação de oferta* (quando o *participante* é apenas um objeto de contemplação) ou *relação de demanda* (quando o *participante representado* requer algo do espectador). Sobre a *Distância Social* há três tipos diferentes de planos da imagem do mais focado ao mais ampliado, o que sugere, comparativamente, desde a proximidade até o distanciamento do *participante representado*, com o *participante interativo*. E, por fim, a interação de *Atitude* indica a existência de dois tipos de ângulos de representação do *participante representado*: o horizontal e o vertical. O uso do ângulo horizontal frontal indica um envolvimento do *participante representado* e do *participante interativo*, enquanto o ângulo horizontal oblíquo indica um distanciamento entre os entes. O ângulo vertical subdivide-se em três tipos: o ângulo vertical elevado em que o *participante representado* ao parecer pequeno evoca poder ao espectador; o ângulo vertical nivelado em que representado e espectador estão em um mesmo nível; e ângulo vertical baixo em que o representado ao parecer grande evoca superioridade em relação ao *participante interativo* (CARVALHO, 2010).

Na figura 12, os Muriquis inclinam o corpo e olham diretamente para o *participante interativo* estabelecendo um *Contato de Demanda*, no qual a interação funciona como se estivessem convidando o leitor a conhecê-los. De acordo com Kress e van Leeuwen (2006) os livros didáticos e o curso da escolarização, como um todo, iniciam empregando mais imagens de *demand* que são consideradas como apelo emocional e migram para imagens de *oferta* através

do emprego de diagramas, mapas e gráficos que são mais objetivos e estabelecem relações não baseadas em emoções: “ilustrações que serviram para envolver os alunos emocionalmente no assunto são gradualmente abandonadas à medida que alcançam níveis mais elevados de educação” (p.121).

Figura 12 - Imagem da capa da revista CHC na qual se observam aspectos interacionais.



Fonte: <http://chc.org.br/multimedia/revistas/reduzidas/277/files>. Acesso em 02/08/2017.

No que se refere à *Distância Social*, que trata das relações estabelecidas entre o *participante representado* e o *participante interativo*, sugerindo uma relação imaginária de intimidade maior

ou menor, de acordo com o enquadramento da imagem – ou a distância entre os mesmos assim como acontece socialmente na interação entre dois indivíduos que estão em contato – a imagem dos Muriquis representa pouca intimidade. A imagem está no chamado “plano médio”, como se o produtor da imagem estivesse em uma distância necessária para apresentar não apenas os Muriquis, mas também o seu *habitat* e os demais elementos da imagem, como o cientista que realizou as observações e escreveu o diário. Neste sentido, o produtor da imagem faz com que o *participante interativo* se sinta próximo dos Muriquis, do cientista e do *habitat* pesquisado, mas não íntimo, pois, para saber mais, é preciso abrir a revista e ler a matéria. Por fim, a *Atitude* trata do que pode significar o ângulo em que o *participante* é apresentado, como, por exemplo, em uma fotografia: se é de um ângulo superior confere-se poder ao observador, que sentirá estar olhando para o *participante* da imagem a partir de um nível mais elevado de poder, subjetivamente. Na figura 12, a imagem dos Muriquis se abaixando para ficar ao mesmo nível do leitor reafirma uma interação, é como se o olhar dos Muriquis convidasse o leitor a interagir com eles: ambos estão posicionados de igual para igual.

Estas análises mostram que a maneira como a imagem é produzida representa códigos visuais com diferentes significados e estabelecem tipos variados de interação entre o leitor, o produtor e os *participantes* da imagem. Desta forma, a intenção do autor pode ser interpretada e o leitor – que é o *participante interativo* – poderá interagir também com ele não mais se limitando ao significado da imagem, mas compreendendo o objetivo do produtor da imagem.

2.3 A Função Composicional

A terceira função proposta por Kress e van Leeuwen (2006) é a *função composicional*. Os significados composicionais irão depender da posição dos *participantes* dentro da imagem. Segundo Theisen, Leffa e Pinto (2014), o valor da mensagem pode ser identificado a partir de sua posição na composição da imagem: no lado direito está a informação nova, no lado esquerdo estão as informações já conhecidas; o que se deseja alcançar, ou o “ideal” está na parte de cima; a situação atual (ou dados da realidade) está na parte inferior; no centro localiza-se a informação mais importante. Estes pesquisadores empregaram tais categorias na análise de uma propaganda sobre aleitamento materno e observaram que a interação entre a imagem e a linguagem verbal aumentou o impacto da mensagem; por isto que neste estudo os referidos autores propõem o emprego da leitura de imagens em contextos educacionais. Na figura 13 a seguir são apresentados os significados que os *participantes* adquirem a partir de seu lugar na composição da imagem:

Figura 13 - Diagrama sobre a *função composicional* e seus elementos constitutivos.



Fonte: elaboração da autora.

O *Valor Informacional* é baseado na posição de cada elemento dentro da imagem, como discutido anteriormente. É como se a imagem pudesse ser repartida em quatro partes (cortada por uma linha vertical e outra horizontal) e mais a parte central e assim, as informações fossem posicionadas e, por conseguinte, compreendidas a partir da posição em que foram alocadas. A figura 14 a seguir é usualmente representativa do valor informacional:

Figura 14 - Representação do valor informacional da imagem, a partir de sua composição



Fonte: adaptado de <https://online.unisc.br/seer/index.php/signo/article>

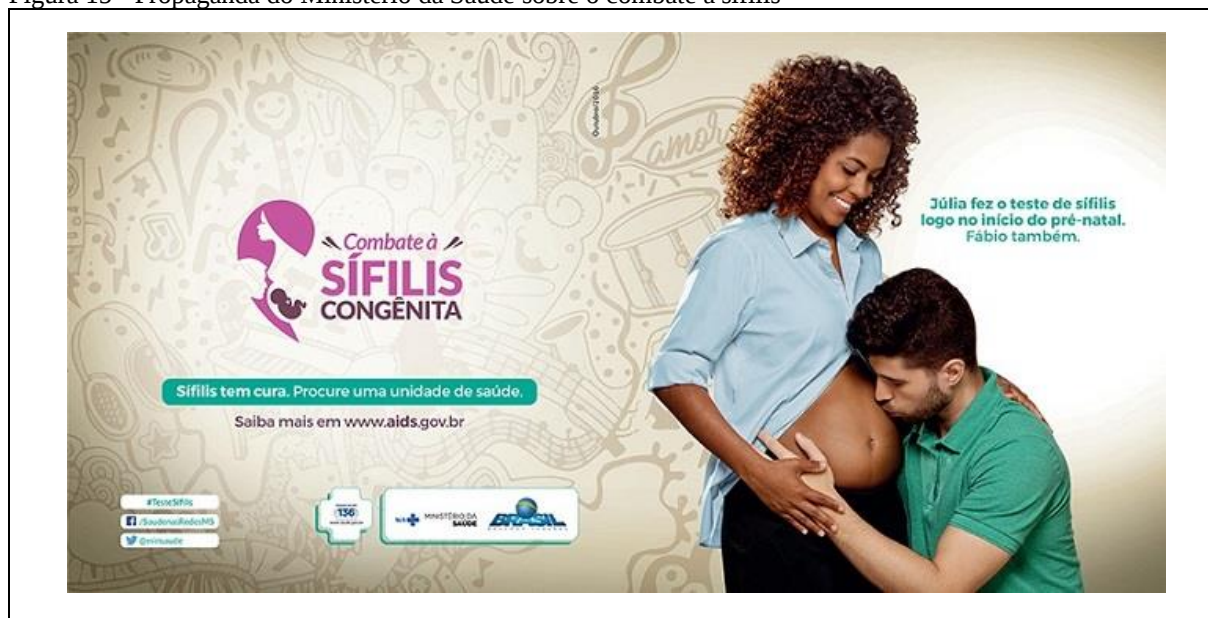
Como explicado anteriormente, a posição que o elemento assume na imagem irá influenciar em sua significação. Deste modo, observa-se mais uma vez que a imagem não é neutra, o produtor da imagem possui um objetivo e através da composição da imagem poderá demonstrá-lo. Ao

mesmo tempo em que o leitor, que reconhece estes “códigos” composicionais, também poderá interpretar estes significados.

No que se refere ao *Enquadramento*, este poderá ser empregado para separar as identidades dos elementos como o enquadramento do tipo *desconectado* ou para destacar a conexão entre os elementos como o enquadramento do tipo *conectado*. A *Saliência* é a forma de deixar os elementos mais atraentes através de seu tamanho, foco, posicionamento em primeiro plano, entre outros ajustes. Por fim, a *Modalidade* refere-se ao quanto a imagem será realista a partir da perspectiva empregada, da saturação das cores ou da nitidez. Ela então será *naturalística* se houver grande congruência entre a representação e a imagem vista a olho nu. E poderá ser *científica* se modifica – simplificando detalhes – o que seria a imagem real para que um elemento possa ser estudado em maior profundidade, como acontece em boa parte das ilustrações dos livros didáticos.

Na figura 15 é possível destacar que o elemento principal é a imagem da mãe gestante recebendo um beijo do companheiro na barriga, possivelmente significando a atenção e o carinho do pai com o bebê desde a gestação. À direita encontram-se a mensagem nova e o ideal a ser conquistado: a realização do teste de sífilis no início do pré-natal. Abaixo encontram-se os dados realistas: os agentes responsáveis pela campanha. A saliência é dada quando a barriga da gestante está em evidência, mas também há destaques no *slogan* da campanha “Combate à Sífilis Congênita” e na mensagem “Júlia fez o teste de sífilis logo no início do pré-natal. Fábio também” através da iluminação dada ao redor destas mensagens verbais.

Figura 15 - Propaganda do Ministério da Saúde sobre o combate à sífilis



Fonte: www.aids.gov.br

O instrumental que a Gramática do *Design Visual* oferece para a leitura de imagens são também propícios para a sua produção. Reconhecer que um conteúdo processual não pode ser representado da mesma forma que um conteúdo conceitual; que uma imagem de plano aberto pode significar distanciamento social; ou que as informações mais importantes precisam estar no centro na imagem poderá interferir para que a imagem produzida atinja os seus objetivos comunicacionais. Assim como ocorre com a escrita de textos verbais, a produção de textos multimodais poderá ser melhor desenvolvida com o domínio destes elementos propostos pela Gramática do *Design Visual*.

Nesta seção foram discutidas as relações que se estabelecem entre os *participantes representados* em uma imagem e as relações que se estabelecem entre os *participantes representados* e os *participantes interativos*, que são os leitores. Estas relações cumprem três principais funções – em suas atribuições específicas – que guiam a leitura e a produção de imagens dirigidas à representação e à comunicação em diferentes setores sociais, aqui destacado o setor da Educação em Ciências.

Neste sentido, o referencial da GDV poderá colaborar para a leitura e a produção de imagens na composição de textos multimodais, objetivo do presente trabalho, na medida em que seu instrumental se coaduna com as especificidades da Educação em Ciências e mais especificamente com o ensino sobre respiração pulmonar humana. O texto multimodal, no entanto, é constituído por imagens em relação intrínseca com o texto verbal. Esta relação poderá ocorrer de diversas formas com os diferentes tipos de textos verbais que compõem um texto multimodal. Assim, na seção seguinte serão discutidos os estudos que investigaram os tipos de relações estabelecidas entre a linguagem verbal e a linguagem visual com o objetivo de evidenciar os aportes necessários para colaborar com a leitura e a produção de textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana.

2.4 Relações entre Imagem e Texto

A complexidade do texto multimodal requer a análise das relações estabelecidas entre os seus componentes para alcançar o seu significado. Na seção anterior foram estabelecidos os referenciais para a análise das relações possíveis entre dos *participantes representados* na imagem entre si, e as relações possíveis entre estes *participantes* e os *participantes interativos* (leitores da imagem).

Na seção atual, em que se pretende estabelecer os parâmetros para a análise das possíveis relações entre imagem e texto, é salutar explicitar que tipo de texto verbal se relaciona com a imagem em um texto multimodal. Em estudo sobre a multimodalidade em textos de popularização científica, os autores Pereira e Terrazan (2011) definiram como texto periférico e corpo do texto a linguagem verbal que compõem o texto multimodal. O *texto periférico* seria composto por imagem e legenda, enquanto o *corpo do texto* seria o texto verbal “excluindo-se a legenda, título, subtítulo e fonte” (PEREIRA e TERRAZAN, 2011, p.497). Em um outro estudo, Francisco Perales e Juan Jimenez (2002) consideraram a existência de textos verbais dentro das imagens, as *etiquetas verbais*:

Nos livros didáticos não há ilustrações isoladas, mas sim textos com muitas delas intercaladas. Se esperamos que as ilustrações ajudem a entender o texto, devemos estudar onde eles aparecem e quais as relações mútuas estabelecidas, ou seja, devemos considerar os problemas de composição da página, a inclusão de textos específicos junto com as imagens ou o uso de textos dentro das imagens – etiquetas verbais (PERALES e JIMENEZ, 2002, p.370).

Com base nos estudos discutidos e na natureza das representações empregadas na área da Educação em Ciências, a presente pesquisa define como elementos verbais constitutivos dos textos multimodais: (1) título; (2) corpo do texto (de acordo com a definição estabelecida por Pereira e Terrazan (2011)); (3) legenda; e (4) etiquetas verbais (de acordo com a definição estabelecida por Perales e Jimenez (2002)).

Para Perales e Jimenez (2002), as imagens presentes nos LD apresentam informações descontínuas e é necessária a leitura do conjunto formado entre a imagem e o texto para alcançar o seu significado. Há, neste sentido, uma “dupla codificação que deve ser corretamente interpretada no ato de ensino-aprendizagem” (PERALES e JIMENEZ, 2002, p.377). Nesta leitura multimodal, são propostas três tipos de relações estabelecidas entre a imagem e o texto: (1) *Conotativa*: em que os conteúdos descritos no corpo do texto não mencionam os elementos contidos na imagem, numa alusão de que a relação estabelecida é óbvia e é dever do leitor apreendê-los; (2) *Denotativa*: em que o texto indica a correspondência com a imagem, destacando seus elementos; e (3) *Sinóptica*: em que o texto e a imagem “formam uma unidade indivisível” (*idem*) e seus elementos estabelecem relações mútuas.

Estes autores também analisaram a relação existente entre as “etiquetas verbais” e as imagens. O exame identificou outras três categorias nesta relação entre as etiquetas verbais e as imagens:

(1) Sem etiquetas; (2) Etiquetas *Nominativas* que são as palavras ou letras para a identificação de elementos da imagem; e (3) Etiquetas *Relacionais* que descrevem as relações existentes entre os elementos da imagem.

No estudo desenvolvido por Fernanda Silva e Maurício Compiani (2006), foram examinadas as imagens geológicas e geocientíficas em LD. Para estes autores, a imagem instaura com o texto as seguintes relações:

(1) A imagem é menos importante do que o texto e simplesmente o complementa, sendo, portanto, redundante. [...]; (2) A imagem é mais importante do que o texto, e, portanto, o domina, já que a imagem, neste caso, é mais informativa que o texto. Os exemplos nas enciclopédias são muitas vezes assim: sem a imagem é muito difícil conseguir uma concepção do objeto; (3) Imagem e texto são igualmente importantes. A imagem, neste caso, é integrada no texto. (SILVA e COMPIANI, 2006, p.209).

Dentre os três tipos de relações estabelecidas entre o texto e a imagem acima citadas, o terceiro tipo é o que mais se aproxima da perspectiva da multimodalidade aqui considerada: a integração entre as duas modalidades.

Outros estudos sobre as imagens do LD não analisaram diretamente a relação entre o texto verbal e a imagem, mas ao discutirem a função da imagem no livro didático, estabelecem como parte destas funções o tipo de relação estabelecida entre a imagem e o texto verbal. A classificação proposta por Duchastel e Waller (1979) e Duchastel (1980), por exemplo, citada em artigos que tratam desta temática (CARNEIRO, 1997; NAVARRO e URSI, 2011) estabelece a existência de três funções para as imagens: atrativa (*attentional*), explicativa (*explicative*) e retentora (*retentional*): “A primeira tem como objetivo captar a atenção do observador despertando-lhe o interesse pelo texto expositivo. A explicativa serve para explicar sobre um determinado assunto e a imagem retentora é aquela que auxilia na memorização” (NAVARRO e URSI, 2011, p.3).

O tipo de relação entre o texto verbal e a imagem, em que se considera que o título, a legenda, as etiquetas e o corpo do texto que formam com a imagem um todo significativo é o que se pretende alcançar na produção de textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana. Como os estudos discutidos anteriormente se limitaram a analisar a relação entre textos e imagens de um único suporte que é o LD, é possível que o emprego destas categorias propostas ao serem utilizadas para analisar outros suportes como *slides* para o ensino, apresente algumas variações que possam ampliar as categorias empregadas para a análise de textos

multimodais, visto que ao realizar um novo tipo de leitura os estudantes poderão expor as dificuldades conceituais ainda não superadas:

As leituras produzidas pelos alunos sobre as imagens podem revelar dificuldades de elaborações conceituais do ponto de vista da Ciência, obstáculos epistemológicos ou suas concepções alternativas, assim como valores e ideologias associados à produção científico-tecnológica (SILVA *et al.*, 2006, p.231).

A perspectiva multimodal oferece, neste sentido, diferentes modos semióticos na apresentação dos conteúdos científicos proporcionando aos textos produzidos uma leitura abrangente que poderá integrar os elementos macro e microestrutural do conceito, ao mesmo tempo em que os contextualiza com a realidade vivenciada. Esta é uma característica possível no texto multimodal, a sua presença, no entanto, dependerá do produtor do texto, sua intencionalidade e sua habilidade na construção de imagens que tratem o conceito de forma sistêmica: considerando os diferentes aspectos relacionados.

Uma nova prática de produção e leitura de textos científicos multimodais demanda formação e tempo de transição. Neste processo algumas dificuldades poderão surgir, neste sentido, alguns estudos sobre as dificuldades de estudantes e professores na leitura de imagens poderão contribuir para o conhecimento sobre os tipos de dificuldades que o uso de textos multimodais para ensino poderá provocar. A seção a seguir trata este tema.

2.5 As Dificuldades na Leitura de Textos Multimodais

As pesquisadoras espanholas Fanaro e Otera (2007) elencaram cinco mitos sobre o uso de imagens para o ensino que, de acordo com elas, representam a ingenuidade dos “otimistas da imagem”. Discutir estes mitos é importante para esclarecer que o emprego de imagens não será a forma de superação das limitações das práticas de ensino e nem requer a substituição da linguagem verbal. Em verdade, esta forma de linguagem possui limitações e potencialidades, sendo mais adequada para a representação de alguns conceitos do que de outros. Mas o seu potencial para o ensino está sendo cada vez mais exigido e é urgente qualificar o seu emprego nas situações de ensino e aprendizagem. No quadro abaixo os mitos encontram-se como citados pelas autoras e a discussão proposta no presente trabalho:

Quadro 1 - Mitos sobre o uso de imagens

MITO	DESMITIFICAÇÃO
“As imagens são mais adequadas para comunicar conhecimentos aos sujeitos de menos idade ou de menor conhecimento”	A adequação das imagens depende do diálogo que esta mantém com o texto e como será empregada em sala de aula, e não diretamente da idade dos estudantes.
“As imagens são transparentes e ‘autoevidentes’ quer dizer, mais simples que as palavras”	As imagens, tanto como as palavras, necessitam de interpretação e de uma leitura atenciosa, não são transparentes de sentido.
“As imagens se armazenam como fotos ou desenhos na cabeça”	A representação interna de uma imagem está sempre sujeita à interpretação do leitor e, portanto, não se armazenam como cópias da imagem lida, mas uma nova representação, um signo mais robusto, mais significativo no sentido de que o leitor a processou a partir de seus conhecimentos prévios.
“As imagens se recordam melhor que as palavras e em consequência são mais adequadas para fixar os conceitos”	O aperfeiçoamento desta capacidade, no entanto, está relacionado com os diálogos que são estabelecidos entre o novo conhecimento, os conhecimentos prévios e a sua aplicação, independentemente do formato representacional: “o uso de imagens não garante a melhoria da recordação, a menos que se incrementem as relações na interpretação” (FANARO e OTERA, 2007, p.88).
“As imagens estimulam a imaginação e o pensamento criativo”	Como no mito anterior, não há uma relação tão direta. Investigações na área de estudos da Cognição explicam que “as imagens se geram só quando no sistema cognitivo não existem representações explícitas que permitam responder ante ao problema” (<i>idem</i>) respondendo ao “princípio da economia”.

Fonte: baseado em Fanaro e Otera (2007)

As investigações relatadas demonstram uma crescente preocupação pela busca das reais contribuições do uso de imagens em sala de aula para a ampliação das possibilidades de ensino e de aprendizagem, criando uma tendência de reconhecimento da complexidade da ação educativa, que não se resume apenas à fala do professor e à audiência do estudante ou à escrita do professor e à cópia do estudante. Como visto, o uso de imagens está intrinsecamente relacionado à construção de conhecimentos na área da Educação em Ciências. No entanto, as pesquisas concentram-se nas imagens prontas e divulgadas, e menos na produção destas imagens como elementos de textos multimodais. Todas estas pesquisas são imprescindíveis para destacar a importância da linguagem visual no desenvolvimento conceitual e discutem que é preciso investir na formação para a leitura de imagens. Neste sentido, agora é preciso dar um passo adiante e transformar os consumidores de imagens em produtores de imagens e desenvolver pesquisas sobre a sua produção e suas possibilidades no ensino e na aprendizagem de ciências.

A compreensão sobre as dificuldades enfrentadas pelos estudantes no trato com as imagens em sala de aula pode ser um importante passo na construção de situações didáticas que permitam a produção de imagens tanto de estudantes como de professores. As pesquisadoras espanholas Asunción López-Manjón e Yolanda Postigo (2014) investigaram algumas destas dificuldades: (1) A interpretação dos estudantes tende a guiar-se por aspectos perceptivos e superficiais, em

detrimento de uma interpretação baseada nos conceitos que a imagem objetiva representa; (2) Como a interpretação da imagem depende de vários fatores (como por exemplo: “a intenção do autor, o conhecimento prévio do leitor, o tipo de imagem, a tarefa demandada, o contexto e o seu conteúdo”) os estudantes precisam de ajuda para realizar a interpretação adequada; (3) Uma interpretação adequada requer o conhecimento das convenções da produção de imagens, muitas vezes, desconhecidas pelos estudantes; (4) Além das dificuldades na interpretação há também dificuldades na produção de imagens para solucionar um problema ou comunicar informação. Esta produção envolve fatores como: decidir o que representar, planejar a representação de acordo com a intenção comunicativa, considerar os possíveis leitores, entre outros, que são habilidades pouco trabalhadas em sala de aula; (5) Por último e mais importante: compreender que as imagens são representações dos fenômenos e não os fenômenos em si.

Além das dificuldades dos estudantes, há também as dificuldades dos professores. Em um importante artigo intitulado “Cautela ao usar imagens em aulas de ciências”, Henrique Silva *et al.* (2006) analisaram as relações que os professores estabelecem com as imagens em sala de aula. Dentre as várias contribuições deste estudo, destacamos os quatro tipos de leitura que foram realizados pelos professores: (1) Leitura descritiva dos elementos constitutivos da imagem; (2) Leitura de identificação, nomeia o objeto; (3) leitura de produção de outros sentidos, “fazendo a imagem funcionar como símbolo de uma ideia” (p.226); e (4) Leitura questionadora, produzindo hipóteses sobre a produção da imagem. De acordo com os autores, o modo de leitura mais frequente foi a leitura descritiva²⁷. Após a identificação das formas de leitura empregadas pelos professores, eles foram levados a experimentar outros novos modos de leitura, buscando interpretar as imagens e não apenas olhar para elas da forma limitada que a sua formação sempre propiciou: “os professores possuem suas histórias de leitura de imagens. Foi num trabalho sobre e contra essa memória que esteve o foco do curso” (p.231). Para os autores, a forma como os professores aprenderam a (não) ler a imagem precisa ser superada, pois funciona como um obstáculo para uma compreensão e uso apropriado das potencialidades da imagem.

O quadro 2 sintetiza as principais limitações no uso de imagens por parte de estudantes e professores, de acordo com a discussão destes autores.

Estes estudos mostram que as dificuldades dos estudantes e as dificuldades dos professores podem estar atreladas num círculo vicioso que precisa ser quebrado: os professores não

²⁷ Este estudo foi desenvolvido através de um curso para professores da área de educação em ciências

propõem em sala de aula a leitura de imagens porque eles próprios não a realizam. Então, como ensinar aos estudantes algo que não se aprendeu? Novas formas de aprender e novas formas de ensinar a produção e leitura de imagens em textos multimodais precisam ser pesquisadas para que possam ser efetivadas em sala de aula, gerando novas práticas.

Quadro 2 - Principais dificuldades de estudantes e professores no uso de imagens

Dificuldades dos estudantes	(1) A interpretação guiada por aspectos perceptivos e superficiais; (2) A necessidade de mediação do professor para uma leitura mais contextualizada; (3) Desconhecimento das convenções da produção de imagens; (4) Dificuldades na produção de imagens para solucionar um problema ou comunicar informação: decidir o que representar, planejar a representação de acordo com a intenção comunicativa, considerar os possíveis leitores; (5) Não compreender que as imagens são representações dos fenômenos e não os fenômenos em si.
Dificuldades dos professores	(1) Leitura descritiva dos elementos constitutivos da imagem; (2) Leitura de identificação, nomeia o objeto; (3) Leitura de produção de outros sentidos.

Fonte: elaboração da autora

O presente estudo propõe que estudos relacionados à Semiótica Social, mais especificamente, à Gramática do *Design* Visual poderão contribuir para que este círculo vicioso seja quebrado, investigando dentro de uma experiência na formação inicial de professores processos de leitura e produção de textos multimodais para o ensino, por meio da aplicação da metodologia apresentada a seguir.

CAPÍTULO 3 - CAMINHOS DA PESQUISA

Misteriosamente, toda imagem supõe que eu a veja.
(Albert Manguel, 2001, p.27)

Os caminhos trilhados durante o desenvolvimento desta investigação foram estruturados com o objetivo de analisar como os conhecimentos sobre a Gramática do *Design* Visual inseridos na formação de professores pode contribuir para leitura e produção de textos multimodais envolvidos no ensino de ciências, e mais especificamente, para o ensino sobre respiração pulmonar humana.

3.1 Abordagem Metodológica

A abordagem metodológica do presente estudo é qualitativa, sendo uma adaptação da pesquisa do tipo colaborativa. Os pressupostos da Pesquisa Colaborativa se dirigem à intervenção em contextos educacionais e neste sentido “envolve a seleção de ações de pesquisa voltadas para a formação contínua de professores” (IBIAPINA, 2008, p.37). No presente estudo, no entanto, o foco está na formação inicial de professores e é neste aspecto em que se configura a adaptação da abordagem metodológica. Ambos os tipos de formação docente – inicial ou contínua – são importantes para a melhoria das situações de ensino e aprendizagem, e o foco deste trabalho na formação inicial deve-se à necessidade de reparação de uma lacuna na formação de professores de Ciências que é histórica: o estudo da importância de diferentes modos semióticos para o ensino (COSTA, 2013; KRESS e van LEEUWEN, 2006). Com efeito, o direcionamento desta pesquisa se volta para o processo de formação inicial de graduandos das Licenciaturas em Ciências Biológicas e Química, considerando atividades relacionadas à produção de materiais para o ensino, especificamente na produção de textos multimodais.

Os demais elementos da Pesquisa Colaborativa se coadunam com o tipo de investigação e análise desenvolvida e apresentada aqui. A pesquisadora Ivana Ibiapina (2008) destaca ainda que neste tipo de pesquisa há uma liderança compartilhada entre os integrantes, sendo todos corresponsáveis pela condução das propostas e pela própria situação de aprendizagem, de modo que o contexto de trabalho em sala de aula poderá ser transformado. Neste sentido, na presente pesquisa todos os membros são ativos produtores de conhecimento, todos compartilham interesses relacionados ao desenvolvimento de outras pesquisas paralelas e complementares em que também estão inseridos (por exemplo, estudos relacionados a projetos de Mestrado,

Trabalhos de Conclusão de Curso ou ainda intervenções nos Estágios Supervisionados); esta configuração dos componentes do grupo reforça práticas participativas que primam por atitudes de colaboração e a reflexão críticas sobre como construir um ensino melhor por meio de nosso objeto de estudo, ou seja, os textos multimodais. Neste grupo chamado de Grupo Colaborativo (GC) os integrantes têm suas tarefas pré-definidas sendo que há espaços para que elas sejam, se for o caso, modificadas ao longo da pesquisa. Assim, “o pesquisador tem o papel de mediador, ficando responsável por organizar e intercambiar ideias, fortalecendo o apoio mútuo” (*ibid.* p.39) além de motivar a participação e exposição de entendimentos, propostas e concepções, enquanto os estudantes do Grupo Colaborativo:

Compartilham significados e sentidos, questionam ideias, concordam ou discordam das opiniões de seus companheiros, apresentando suas razões e opções e aceitando responsabilidades durante todo o percurso do trabalho colaborativo (IBIAPINA, 2008, p.39).

Para o desenvolvimento desta pesquisa há três passos sequenciais de ação que, de acordo com os objetivos propostos, se repetem em ciclos: (1) Sessões de estudo; (2) Observação da produção de materiais didáticos²⁸ e (3) Sessões de reflexão. Estes passos permitem que os estudantes do Grupo Colaborativo (GC) reelaborem as suas concepções e suas produções a partir dos estudos e das reflexões sobre as atividades desenvolvidas, ou seja, permitem que os pares contribuam na avaliação permanente do processo de modo crítico e colaborativo.

Neste estudo, os três passos sequenciais de ação descritos acima poderão ser observados durante o processo de construção do Conjunto de Textos Multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana (CTMER).

3.2 Paisagem da Pesquisa

A presente investigação foi desenvolvida no interior da disciplina eletiva *Multimodalidade na Educação em Ciências*, ofertada no semestre letivo 2016.1 para os cursos de Licenciatura em Química e Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade pública federal brasileira.

²⁸ Esta etapa é definida originalmente como “Observação da prática do professor” (IBIAPINA, 2008, p.37), na qual seria acompanhada a situação de intervenção de professor em serviço, mas devido à adaptação desta abordagem a uma situação de formação inicial de professores, a prática observada será a prática dos estudantes *participantes* do estudo em situações de produção de materiais para o ensino, neste caso, textos multimodais.

Com encontros semanais de 2h/aula, esta disciplina seguiu o padrão de oferta dos cursos que definem para as disciplinas eletivas a carga horária total de 40h. O semestre letivo 2016.1 iniciou em junho de 2016 e foi concluído em fevereiro de 2017²⁹. Os procedimentos relacionados à pesquisa iniciaram em 25/08/2016 e a última atividade foi desenvolvida em 17/04/2017, pois os encontros continuaram ocorrendo mesmo após o final do semestre letivo 2016.1. No total foram realizados 17 encontros entre os meses de agosto de 2016 e abril de 2017.

3.3 Integrantes da Pesquisa – Grupo Colaborativo

O Grupo Colaborativo foi constituído por quatro professores em formação inicial e continuada, sendo dois estudantes regularmente matriculados na disciplina e dois estudantes convidados. Todos assumiram as mesmas atribuições.

Os dois estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas matriculados na disciplina concordaram em participar da pesquisa³⁰ após os esclarecimentos sobre seus objetivos e procedimentos. Estes dois estudantes cursavam o sétimo período do curso. Um dos estudantes tinha interesse em pesquisar o tema em seu Trabalho de Conclusão de Curso e o outro desejava relacionar o tema ao trabalho desenvolvido em seu Estágio Supervisionado.

Além destes dois estudantes regularmente matriculados na disciplina, outros dois aderiram ao grupo, como dito anteriormente: um estudante formado em Licenciatura em Ciências Biológicas (no ano de 2014) e uma estudante recém-formada em Licenciatura em Química. Ambos foram orientados pela pesquisadora durante o Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, e se interessavam pelo objeto de pesquisa, inclusive porque já se encontravam em preparação para a seleção em programas de pós-graduação e tinham como interesse a elaboração de projetos de pesquisas que seriam decorrentes deste.

Esta pesquisa envolveu, portanto, quatro integrantes, sendo três da área de formação de professores em ciências biológicas e um da área de química. Estes estudantes membros da pesquisa terão suas produções identificadas apenas pelas iniciais de seus nomes: “B” (estudante

²⁹ A extensão do período letivo deveu-se às ocupações estudantis nas Universidades Públicas que ocorreram por todo o país, na luta popular contra as reformas impostas pelo Governo Federal através da PEC241/55 que instituiu a indexação dos investimentos nos setores da Educação e da Saúde públicas à taxa de inflação e condicionados à execução do ano anterior, durante vinte anos. A Universidade na qual a disciplina foi desenvolvida ficou ocupada por dois meses, durante este período foram realizados dois encontros, um em cada mês.

³⁰ Assinaram TCLE antes do início das atividades de pesquisa inseridas na disciplina, momento em que os encontros passaram a ser vídeo-gravados (Apêndice 1).

recém-formada em Licenciatura em Química); “J” (estudante concluinte 2014 em Licenciatura em Ciências Biológicas); “L” (estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas); e “Y” (estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas).

3.4 Procedimentos Metodológicos

Inicialmente foi definido em conjunto com os estudantes o conteúdo específico que seria estudado durante os procedimentos de pesquisa: a respiração humana³¹. Este conteúdo é particularmente pertinente por atender à formação dos estudantes das áreas de Ciências Biológicas e Química, pois envolve conhecimentos de ambas as áreas (além disso, ele foi objeto de investigação da pesquisadora em sua Dissertação de Mestrado (ALBUQUERQUE, 2000)).

Após a definição do conteúdo específico foram desenvolvidas as seguintes etapas de produção de dados, apresentadas no quadro 3 abaixo:

Quadro 3 – Etapas da pesquisa

N	Etapas	Envolvidos	Período
1	Produção individual de texto multimodal para videoaula sobre respiração humana e entrevista sobre a experiência	Estudantes do Grupo Colaborativo, individualmente	Agosto de 2016
2	Produção de análise colaborativa dos textos multimodais produzidos para as videoaulas	Grupo Colaborativo	Outubro / novembro de 2016
3	Produção colaborativa de Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre Respiração Pulmonar Humana (CTMER)	Grupo Colaborativo	De novembro de 2016 a março de 2017
4	Pesquisa documental sobre textos multimodais presentes em livros didáticos da Educação Básica, sobre o conteúdo respiração humana	Pesquisadora	Março de 2017
5	Validação do CTMER em aula na graduação	Grupo Colaborativo	Abril de 2017

Fonte: dados da pesquisa.

A descrição pormenorizada sobre cada uma das etapas de produção de dados da pesquisa será apresentada a seguir.

3.4.1 Produção individual de Texto Multimodal para videoaulas sobre respiração humana

³¹ Posteriormente este conteúdo foi limitado aos conhecimentos relativos à respiração “pulmonar” humana, excluindo a incursão sobre a respiração celular que também faz parte da respiração humana.

Os procedimentos relacionados à pesquisa foram iniciados com a produção de videoaula sobre a respiração humana. Cada estudante pesquisou o tema e construiu textos multimodais (TM) em *slides* que foram utilizados em suas videoaulas. As gravações foram realizadas individualmente e tiveram o tempo de duração conforme discriminado na tabela abaixo:

Tabela 1 - Dados quantitativos sobre as videoaulas produzidas pelos estudantes do GC

Videoaulas Produzidas	Título apresentado	Tempo de duração	Quantidade de Textos Multimodais apresentados em <i>slides</i>	Quantidade de Textos Verbais apresentados em <i>slides</i> ³²
Videoaula B	A química do corpo humano: Fenômenos físico-químicos no processo de respiração pulmonar	00:14:30	5	1
Videoaula J	(sem título)	01:10:00	17	1
Videoaula L	Sistema respiratório humano	00:17:31	3	3
Videoaula Y	(sem título)	00:12:25	7	0

Fonte: dados da pesquisa

Dentre as quatro videoaulas produzidas, três seguiram o padrão do apresentador em pé, posicionado frontalmente para a câmera, ao lado da projeção do *slide* para o qual remetia sua fala e gestos. Nestas três videoaulas também foi utilizado o quadro branco para anotações durante o desenvolvimento da apresentação.

Uma videoaula não seguiu este padrão de apresentação e o estudante manteve a gravação focada no *slide* projetado na tela do *notebook*. Esta videoaula apresentou o maior tempo de duração, identificada na tabela acima como videoaula J.

Todos os *slides* e gravações foram disponibilizados pelos estudantes para servirem de escopo para esta pesquisa. O quantitativo de textos multimodais e textos verbais (sem a inclusão de imagens) produzidos para cada videoaula está demonstrado na tabela acima.

Para a produção dos textos multimodais utilizados nestas videoaulas os estudantes não empregaram os conhecimentos da Gramática do *Design* Visual pois ainda não haviam sido expostos a este conteúdo.

³² Nesta classificação são considerados “textos verbais” os textos compostos apenas por palavras, sem imagens.

Após esta experiência de produção e uso de textos multimodais para o ensino, os estudantes do Grupo Colaborativo foram entrevistados com base em um questionário com cinco perguntas sobre o processo de produção e avaliação sobre o resultado alcançado³³.

3.4.2 Produção de análise colaborativa dos textos multimodais produzidos

Nesta segunda etapa os estudantes foram convidados a analisar juntos os textos multimodais (TM) que utilizaram nas videoaulas. Para esta análise colaborativa foram escolhidos os TM que envolviam os subtemas presentes em todas as videoaulas: TM sobre o sistema respiratório e TM sobre a hematose. Os *slides* foram impressos e examinados durante os encontros subsequentes.

Os estudantes empregaram nesta análise os conhecimentos da Gramática do *Design Visual* (GDV)³⁴. Os quatro TM sobre o sistema respiratório foram analisados em um encontro. E os quatro TM sobre a hematose foram analisados em dois encontros. Estes encontros foram vídeo-gravados e as falas foram transcritas.

3.4.3 Produção colaborativa de Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre Respiração Pulmonar Humana (CTMER)

Após a análise colaborativa dos TM empregados nas videoaulas a partir do referencial teórico da GDV os estudantes partiram para a aplicação deste referencial na produção de um Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre Respiração Pulmonar Humana. Esta etapa foi a mais longa do percurso metodológico, tendo sido composta por oito encontros, durante cinco meses.

Durante esta produção colaborativa foram percorridas diferentes fases identificadas a partir do suporte definido para a exibição do TM sobre respiração pulmonar humana, até chegar à produção do CTMER: (1) Desenho esquemático composto por quatro imagens sequenciais; (2) Jogo de tabuleiro sobre respiração pulmonar humana; (3) Imagens do contorno do corpo

³³ Estas entrevistas foram realizadas através de questionário, respondido individualmente em sala de aula, no encontro realizado após a gravação das videoaulas e antes do início da análise coletiva das videoaulas, no dia 08/09/2016.

³⁴ Este referencial foi estudado paralelamente à atividade, a partir da leitura de artigos científicos e de capítulos traduzidos do livro *Reading Images: the grammar of visual design* de Kress e van Leeuwen.

humano sobrepostas; e por fim o (4) CTMER construído a partir de adaptações de imagens provenientes da internet e elaboração de legendas explicativas.

Durante os encontros foram disponibilizados aos estudantes materiais de expediente diversos³⁵, os *slides* das videoaulas impressos, figuras relativas ao processo respiratório copiadas da internet, artigos científicos sobre o conteúdo específico e sobre a GDV, e acesso à internet para pesquisas. No penúltimo encontro houve a participação de uma professora de Bioquímica (membro do corpo docente da Universidade em que a pesquisa foi desenvolvida) para esclarecer dúvidas dos estudantes sobre algumas particularidades do conteúdo.

3.4.4 Pesquisa documental sobre textos multimodais presentes em livros didáticos da Educação Básica, sobre o conteúdo respiração humana

Esta pesquisa documental empregou os conhecimentos da GDV no exame dos textos multimodais veiculados através de livros didáticos do ensino fundamental e do ensino médio para o ensino sobre respiração pulmonar humana. Foram examinados dez exemplares, com os títulos escolhidos aleatoriamente, sendo que a maioria deles tinha sido aprovada pelo PNLD 2012,2013,2014). Esta etapa da pesquisa foi realizada paralelamente à etapa anterior, pela autora do presente estudo, como forma de subsidiar a análise dos textos multimodais construídos pelo Grupo Colaborativo.

3.4.5 Validação do CTMER em aula na graduação

Nesta etapa o CTMER foi utilizado pelo grupo colaborativo em aula ministrada conjuntamente em uma turma do segundo período de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas. Para a preparação desta aula, o GC realizou reunião de planejamento. O CTMER foi projetado no quadro branco e cada estudante desta turma recebeu uma cópia impressa do material para acompanhar a aula expositiva. Cada membro do GC foi responsável pela apresentação de uma parte do conteúdo.

Ao final da aula, a turma avaliou o CTMER a partir de debate oral proposto pelos membros do grupo colaborativo. A aula e o debate final foram vídeo-gravados e transcritos. Os estudantes

³⁵ Papel, lápis de cor, hidrocor, lápis, borracha, tesoura, cola e fita adesiva.

da turma do segundo período assinaram TCLE consentindo o uso do material como escopo desta pesquisa (Apêndice 2).

3.5 Instrumentos de Pesquisa

No presente estudo foram empregados diferentes instrumentos de pesquisa para acompanhar todo o processo de formação e construção de textos multimodais para o ensino. Foram utilizados para a construção de dados: entrevistas através de questionário individual, textos multimodais produzidos em diferentes etapas e registros videográficos dos encontros. Estes registros videográficos foram transcritos para análise.

3.6 Análise dos Dados

A análise dos dados foi dividida em quatro partes. Estas análises foram baseadas nas funções *Representacional*, *Interacional* e *Composicional* propostas pela Gramática do *Design Visual* e também nas categorias construídas a partir das relações estabelecidas entre os dados que foram constatadas. O quadro abaixo apresenta a organização da análise de dados:

Quadro 4 - Organização da análise de dados da pesquisa

N	Organização da análise dos dados da pesquisa	Categorias de análise
1	Análises dos textos multimodais presentes nos livros didáticos;	Categorias da GDV; Categorias criadas sobre a relação entre imagem e texto no TM;
2	Análises dos textos multimodais produzidos pelos estudantes do grupo colaborativo para as videoaulas e das entrevistas sobre o processo de produção das videoaulas;	Categorias da GDV;
3	Exame da Análise produzida pelo grupo colaborativo sobre os TM relativos ao sistema respiratório e hematose que usaram nas videoaulas;	Categorias da GDV;
4	Análise da produção do Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre Respiração Pulmonar Humana (CTMER) e validação do CTMER em aula na graduação.	Categorias da GDV; Categoria criada: Ciclo de Ações; Categorias criadas sobre a relação entre imagem e texto no TM.

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados das análises colaboraram para o estabelecimento de um conjunto de componentes indispensáveis para a leitura e produção de textos multimodais para o ensino de ciências, conforme será visto na sequência.

CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Só podemos ver as coisas para as quais já possuímos imagens identificáveis, assim como só podemos ler em uma língua cuja sintaxe, gramática e vocabulário já conhecemos.
(Alberto Manguel, 2001, p.27)

A apresentação, a discussão e as análises dos dados foram organizadas em quatro seções: (1) Análises dos textos multimodais presentes nos livros didáticos; (2) Análises dos textos multimodais produzidos pelos estudantes do grupo colaborativo para as videoaulas e análises das entrevistas sobre o processo de produção das videoaulas; (3) Exame da Análise produzida pelo grupo colaborativo sobre os TM relativos ao sistema respiratório e hematose; (4) Análise da produção do Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre Respiração Pulmonar Humana (CTMER) e validação do CTMER em aula na graduação.

4.1 Análise de Textos Multimodais (TM) sobre a Respiração Humana presentes em Livros Didáticos

Nos livros didáticos o processo da respiração humana é comumente representado por imagens que desempenham a *função representativa narrativa* ou *conceitual analítica*, conforme definições conceituais da GDV já apresentadas. A presente análise de TM sobre respiração pulmonar humana presentes em 10 exemplares de livros didáticos de Ciências ou Biologia serviu para fundamentar as análises dos textos multimodais construídos pelo Grupo Colaborativo nas etapas seguintes, através de reflexões sobre a memória visual que os LD provocam durante a escolarização. A escolha destes livros foi aleatória, visto que estes exemplares que fizeram parte de uma pesquisa realizada por uma turma do 2º período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no semestre letivo 2016.2 e o material remanescente foi aproveitado para esta análise. No quadro N são apresentadas as referências bibliográficas destes LD.

Quadro 5 - Referências bibliográficas dos livros didáticos que sofreram análise.

N	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS LIVROS DIDÁTICOS QUE SOFRERAM ANÁLISE
1	AGUILAR, J.B.; SIGNORINI, P. Para viver juntos. Ciências. 8º ano. São Paulo: Editora SM, 2012.
2	AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia. 3ed. São Paulo: Moderna, 2010. Volume 1: Biologia das células.
3	AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. Biologia. 3ed. São Paulo: Moderna, 2010. Volume 2: Biologia dos organismos.
4	BIZZO, Nélío. Novas bases da biologia. Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2010.

5	PEZZI, Antônio; GOWDAK, Demétrio O.; MATTOS, Neide S. de. Biologia: citologia, embriologia e Histologia . São Paulo: FTD, 2013. Volume 1.
6	PEZZI, Antônio; GOWDAK, Demétrio O.; MATTOS, Neide S. de. Biologia: seres vivos, anatomia e fisiologia humanas . São Paulo: FTD, 2013. Volume 2.
7	LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. Biologia hoje . 2 ed. São Paulo: Ática, 2014. Volume 1: Citologia, reprodução e desenvolvimento, histologia, origem da vida.
8	LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. Biologia hoje . 2 ed. São Paulo: Ática, 2014. Volume 2: Os seres vivos.
9	Araribá Plus Ciências . Obra coletiva. São Paulo: Editora Moderna, 2014.
10	MARSICO, Maria T.; NETO, Armando C. C.; ANTUNES, Maria E. M. Marcha Criança . Integrado. Ensino Fundamental, 3º ano. São Paulo: Scipione, 2010.

Fonte: elaboração da autora

Desde o início da escolarização as crianças são expostas ao mesmo tipo de imagem (com poucas variações) ao estudar o conceito da respiração pulmonar humana. Inicialmente é empregada a imagem da região torácica de um homem com a cabeça em perfil e em corte sagital para que os órgãos internos possam ser “visualizados”. Nesta imagem em geral aparecem representados os órgãos que compõem o percurso do ar inspirado dentro do corpo humano.

Na figura 16 estas características poderão ser identificadas. Na imagem que compõe este texto multimodal observa-se que o movimento de entrada e de saída do ar não é representado como um processo ou um percurso. Não há setas indicando a entrada e a passagem do ar através dos órgãos. Os vetores que indicam movimento, que caracterizam uma estrutura narrativa estão ausentes. Neste sentido, a imagem deixa de representar uma *função narrativa* para representar uma *função conceitual analítica*, na qual são identificados os órgãos como *atributos possessivos* (partes) do *carrier* (todo) que é o sistema respiratório. Esta estrutura representativa irá influenciar a forma como este conteúdo será estudado e os significados que serão construídos. Os leitores de imagens deste tipo são levados a reconhecer a estrutura de forma estática, não identificando o seu funcionamento e a importância da função de cada órgão no sistema como um todo. Os estudantes tendem a decorar a sequência de órgãos, assim como decoram a sequência dos planetas do sistema solar, e dificilmente construirão o significado de que esta é uma estrutura própria para a passagem do ar e seus elementos; que nesta passagem o ar é aquecido e filtrado; que há áreas em comum entre o ar e o alimento e outras restritas ao ar; que alguns elementos deste ar serão absorvidos pelo corpo por conta de sua importância em diferentes processos internos, mas outros elementos serão expelidos; e que estes elementos absorvidos percorrerão todo o corpo através da corrente sanguínea. Algumas destas informações encontram-se no corpo do texto e sua interação com a imagem irá ampliar a possibilidade de construção de conhecimentos, visto que o texto indica a existência do processo de trocas gasosas quando trata da “respiração pulmonar”: absorção do oxigênio e eliminação do gás carbônico.

Figura 16 - TM veiculado em página de livro didático sobre o sistema respiratório 1

1

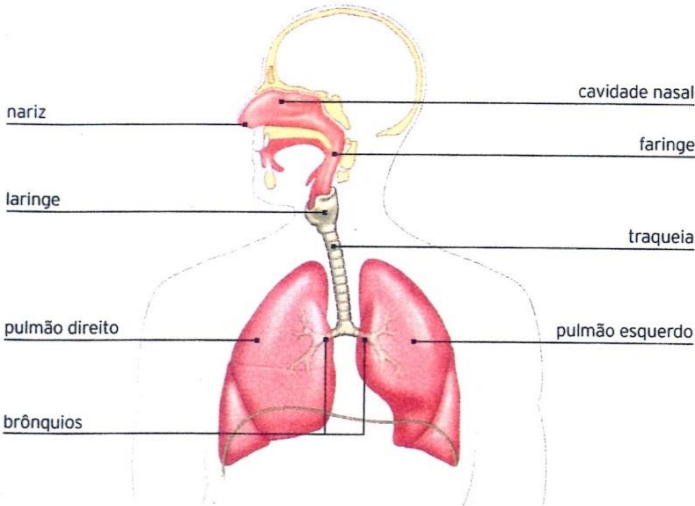
O sistema respiratório

Todas as células do corpo precisam receber gás oxigênio para sobreviver. A respiração é o processo pelo qual esse gás entra no corpo, é levado até as células e aproveitado por elas. O sistema respiratório é formado pelas vias respiratórias, por onde o ar passa, e pelos pulmões, onde ocorrem as trocas gasosas.

✖ Respiração pulmonar

Durante a **respiração pulmonar** o ar entra nos pulmões e sai deles, possibilitando a ocorrência de **trocas gasosas**, processo no qual o corpo humano absorve gás oxigênio e elimina gás carbônico.

Antes de chegar aos **pulmões**, o ar inspirado passa pelas **vias respiratórias**, um conjunto de cavidades e órgãos interligados.



Paulo Cesar Pereira/DBR

Representação de sistema respiratório humano. (Cores-fantasia.)

Fonte de pesquisa: J. Sobotta. *Atlas de anatomia humana*. 22. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. v. 1, p. 14.

✖ Vias respiratórias

As vias respiratórias formam a porção condutora do sistema respiratório. É por elas que o ar passa durante os movimentos respiratórios de inspiração e expiração.

Na **inspiração**, o ar entra no corpo pelas narinas – aberturas que comunicam a **cavidade nasal** com o meio externo – ou pela boca, passa então pela faringe, pela laringe e chega à traqueia, de onde prossegue pelos dois brônquios (ramificações da traqueia), que penetram em cada pulmão e se ramificam muitas vezes, originando os bronquíolos. Dos bronquíolos, o ar chega a microscópicas estruturas em forma de saco, os alvéolos pulmonares. Na **expiração**, o ar dos alvéolos percorre o caminho inverso, chegando às narinas ou à boca, e é expelido do corpo.

Aaaatchim!

O nariz faz parte das vias respiratórias, sendo formado por uma parte externa, visível, e uma porção interna, a cavidade nasal, que se comunica com a faringe. Na cavidade nasal, o ar inspirado é aquecido, umedecido e limpo.

O contato com partículas irritantes, como poeira ou pólen, aumenta a produção de muco pelo nariz e desencadeia espirros.

Essas reações representam uma defesa do corpo, que procura bloquear a entrada das partículas irritantes ou removê-las.

72

Por outro lado, a imagem de apenas uma parte do corpo humano, a região torácica, induz à compreensão fragmentada de que o sistema respiratório não está interligado aos demais sistemas e elementos do corpo humano. Embora o uso de imagens – sobretudo, o desenho – possibilite o foco no conteúdo alvo, é preciso estabelecer uma conexão entre o sistema respiratório e o restante do corpo humano e destacar que esta relação é vital para o seu funcionamento.

Em estudo anterior (ALBUQUERQUE, 2000), foi identificada entre as concepções de estudantes do 3º, 5º e 7º anos do Ensino Fundamental a definição de que a função do ar dentro do corpo humano seria de “refrescar” o corpo por dentro ou “fazer o coração bater”. Estas concepções demonstram como a compreensão pode ser construída de forma descontextualizada, e o uso de imagens poderá perpetuar estas visões reducionistas ou superá-las, precisando, para isto, que o professor reveja as estruturas visuais que são empregadas, trabalhando sobre as lacunas que elas possam oferecer para a orientação interpretativa dos estudantes.

Na figura 17 a seguir, é possível observar que o sistema respiratório foi representado no TM como integrado ao corpo e demais sistemas. Na imagem os pulmões são salientados através do uso de uma cor “mais quente”, diferente do restante da imagem do corpo, mas os demais órgãos do corpo continuam presentes, é o que a GDV considera como *função composicional de enquadramento conectado*, procedimento de composição que, por sua vez, reforça a compreensão do sistema respiração como integrado ao corpo humano, diferentemente da imagem comumente apresentada nos LD em que apenas a região torácica e os órgãos da zona condutora e os pulmões são representados.

O corpo do texto verbal mantém uma relação de integração com as imagens através de indicações (como por exemplo, na frase: “formando a árvore brônquica, mostrada na figura 2.21”), neste sentido, a leitura se faz integrando a imagem e o texto verbal, que se autorreferencia na imagem. As imagens deste TM permanecem desempenhando a *função conceitual analítica*, pois não indicam o percurso do ar respirado através do uso de setas, embora se pautem em inovações ao empregar diferentes tipos de imagens e em diferentes recortes para representar o sistema respiratório, inclusive fotografia.

Figura 17 - TM veiculado em página de livro didático sobre o sistema respiratório 2

2. O sistema respiratório

Esse sistema realiza as trocas de oxigênio e gás carbônico entre o organismo e o ambiente, graças à renovação de ar, dentro dos pulmões (figura 2.19), por meio da inspiração e da expiração.

Os órgãos do sistema respiratório estão organizados em duas zonas: a zona condutora, que conduz o ar para dentro e para fora dos pulmões, e a zona respiratória, onde ocorre a troca dos gases respiratórios.

■ Zona condutora

Ao estudar os mamíferos (volume 2, capítulo 17), vimos que os animais endotérmicos forçam o ar que entra nos pulmões por um labirinto ósseo, no qual o ar é aquecido, umidificado e purificado, ficando livre de partículas.

O ar inalado pelo nariz é aquecido e filtrado pelos pelos da região nasal, antes de chegar à nasofaringe e à laringe (figura 2.20). O ar também pode ser inalado pela boca (que é separada do nariz pelo palato) e chegar diretamente à faringe. No ser humano, um dos casos mais comuns de malformação no bebê é a chamada fenda palatina, quando o palato não se fecha totalmente e há uma comunicação entre a boca e o nariz. Essa malformação é corrigida por uma cirurgia.

As tonsilas atuam na entrada do organismo, produzindo glóbulos brancos capazes de combater agentes invasores detectados na região da boca. Como vimos, elas estão ligadas ao sistema linfático e atuam na defesa do organismo.

Após passar pela laringe, o ar chega à *traqueia*, o órgão da zona condutora de maior calibre. Ela se ramifica em dois brônquios, que se dirigem cada um a um dos pulmões. Os *brônquios*, por sua vez, se ramificam novamente em vias aéreas cada vez menores, os *bronquíolos*, formando a *árvore brônquica*, mostrada na figura 2.21.

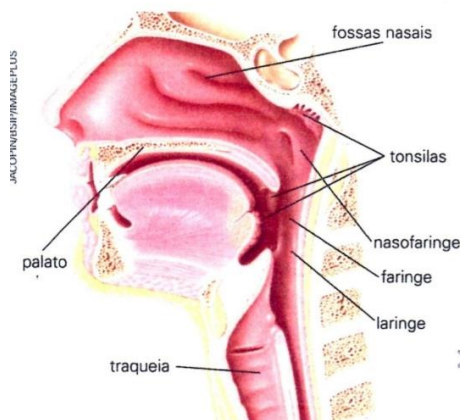


Figura 2.20
Zona condutora do sistema respiratório.

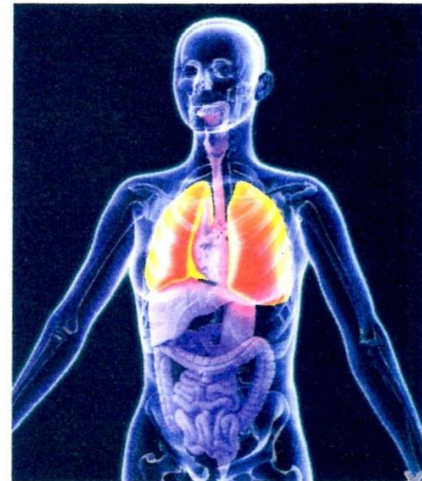


Figura 2.19
Pulmões em destaque entre os demais órgãos.
Cores-fantasia.

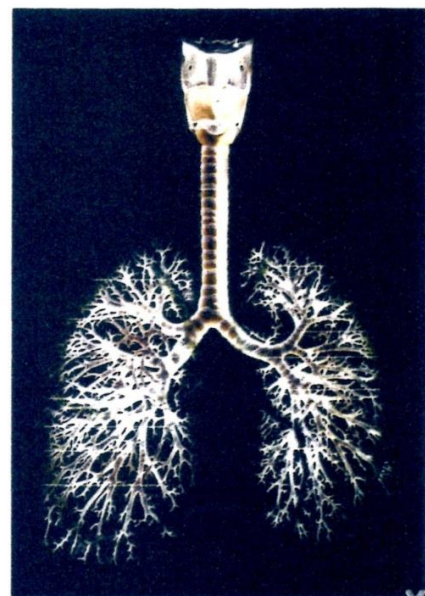


Figura 2.21
Árvore brônquica humana.

Fonte: BIZZO, Nélío. **Novas bases da biologia**. Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2010.

Estes dois TM (figuras 16 e 17) sobre o sistema respiratório, quando comparados, evidenciam que mesmo empregando novas imagens na representação, a compreensão da respiração como

um processo não é mostrada, mas que a relação entre o corpo de texto verbal e as imagens pode ser construída de uma forma mais integrada, facilitando a compreensão do significado proposto.

Na sequência frequentemente empregada nos livros didáticos, após a apresentação de texto multimodal sobre a estrutura do sistema respiratório é apresentado o TM sobre os movimentos respiratórios de inspiração e expiração, conforme a figura 18 abaixo:

Figura 18 - TM veiculado em página de livro didático com imagem sobre os movimentos respiratórios

TEMA

2

A entrada e a saída de ar do corpo humano

A respiração é um processo involuntário, pois a entrada e a saída de ar nos pulmões ocorrem independentemente de nossa vontade.

O diafragma e os músculos intercostais

Abaixo dos pulmões encontra-se o **diafragma**, um músculo exclusivo dos mamíferos que separa o tórax do abdome. Seu movimento, em conjunto com o movimento dos **músculos intercostais** (músculos localizados entre as costelas), permite a ventilação pulmonar, como veremos a seguir.

Os movimentos respiratórios

Cada vez que respiramos, ocorrem dois movimentos: o de inspiração e o de expiração, que se alternam várias vezes por minuto. Esse conjunto de movimentos é denominado **ventilação pulmonar**.

Na **inspiração**, os músculos intercostais contraem-se e elevam as costelas. O diafragma também se contrai, movimentando-se para baixo, e o volume da cavidade torácica aumenta. Com isso, a pressão do ar no interior dos pulmões fica menor que a pressão atmosférica e o ar entra nas vias respiratórias.

Na **expiração**, os músculos intercostais e o diafragma relaxam, diminuindo o volume da cavidade torácica. A pressão do ar no interior dos pulmões aumenta, empurrando o ar para fora do organismo.

MOVIMENTOS DE INSPIRAÇÃO E EXPIRAÇÃO

INSPIRAÇÃO

Ar

Músculos intercostais se contraem e elevam as costelas

Diafragma

O diafragma se contrai e desce

EXPIRAÇÃO

Ar

Músculos intercostais relaxam e as costelas descem

Diafragma

O diafragma relaxa e sobe

Esquema mostrando o papel da musculatura intercostal e do diafragma na entrada e na saída de ar dos pulmões. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Biology: concepts and connections, de N. A. Campbell, L. G. Mitchell e J. B. Reece. 2. ed. Menlo Park: Benjamin Cummings, 2000

Saiba mais!

SUSTO E SOLUÇO

O soluço é causado pela contração repentina e involuntária do diafragma. Levar um susto pode realmente ajudar a curar soluço. Ao se assustar, a pessoa pode inspirar uma grande quantidade de ar de uma só vez. Com isso, o diafragma se alonga e para de se contrair involuntariamente.

98

Na figura 18, as explicações sobre a inspiração e a expiração são apresentadas verbal e visualmente. Neste TM a imagem funciona como uma ilustração, pois possibilita a “visualização” das informações já apresentadas através do modo verbal, através de um modelo explicativo. Nesta imagem, como se pode observar, há vetores indicando a entrada e a saída de ar (*função representativa narrativa* da imagem), mas não há menção textual ou visual de que a composição deste ar que entra é diferente da composição do ar que sai. As setas poderiam ter diferentes cores para indicar esta mudança, tendo em vista que o corpo do texto verbal também não discute esta diferenciação na composição do ar.

O destaque sobre a mudança na composição do ar é importante para a compreensão do processo respiratório porque evidencia que a entrada deste ar participou de um processo no interior do organismo e este processo modificou a sua composição. Quando no TM esta modificação não é destacada pode-se gerar a compreensão equivocada de que o ar entra e sai do organismo e não contribui para a sua manutenção.

Por fim, os livros didáticos apresentam uma terceira imagem típica: a imagem que trata da hematose, como demonstrada no TM da figura 19. Neste TM, os alvéolos pulmonares são o destaque. Sua estrutura é discutida verbal e visualmente, no entanto, a troca de gases que ocorre por entre suas paredes e os capilares sanguíneos são evidenciadas no modo verbal, mas não no visual. E mais uma vez a imagem tem o seu poder de explicação limitado à estrutura (*função conceitual analítica*), e o processo de troca do gás carbônico e gás oxigênio não é discutido, havendo apenas uma menção à troca de gases, sem se especificar quais são estes gases, o como e o porquê de ocorrer esta troca.

Composicionalmente, as duas imagens estão conectadas por linhas que indicam o efeito de ampliação, mas não ampliam para demonstrar como ocorrem as “trocas gasosas” que estão destacadas no corpo do texto em negrito: a ampliação é empregada apenas para demonstrar a estrutura dos alvéolos. Não foram empregadas setas e por isto a representação do processo de entrada do sangue através da artéria pulmonar e a saída através da veia pulmonar não é demonstrada.

A relação estabelecida entre o corpo do texto verbal e as imagens é de ilustração: a imagem é um modelo representativo e explicativo da estrutura dos alvéolos pulmonares. Na parte inferior do TM há um *box*, neste o texto não suplementa os conhecimentos discutidos através da imagem principal, configura-se como um segundo texto multimodal de uma mesma página de livro, já que possui seu próprio título, corpo de texto, imagem e legenda.

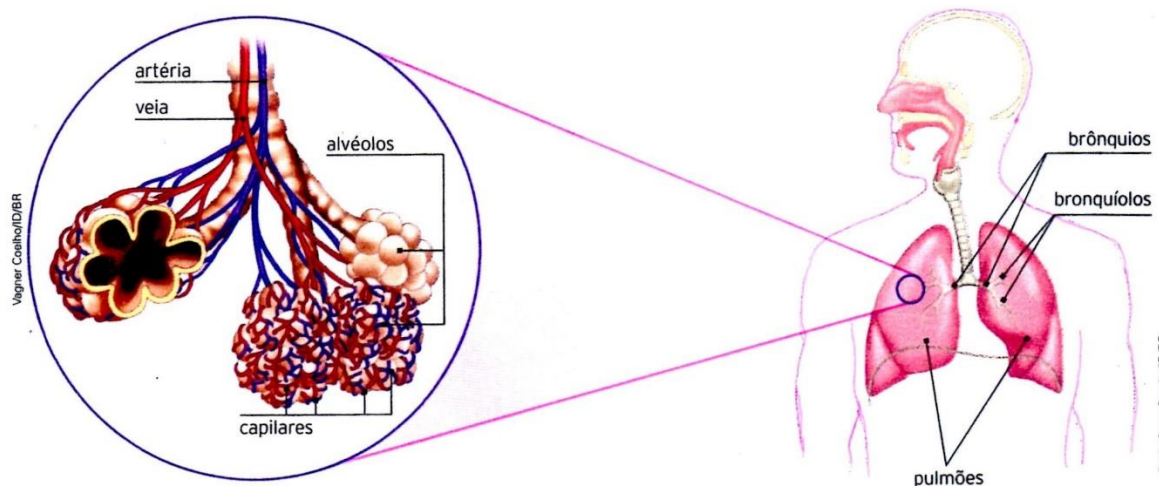
Figura 19 - TM veiculado em página de livro didático sobre hematose 1

Alvéolos pulmonares

O ar inalado percorre as **vias respiratórias** e, dos bronquíolos, chega a estruturas em forma de saco, os alvéolos pulmonares, que possuem uma parede finíssima onde existem inúmeros capilares sanguíneos.

Cada pulmão é formado por centenas de milhões de alvéolos, o que confere um aspecto esponjoso ao órgão. Os alvéolos são microscópicos, mas a soma da superfície de todos eles chega a mais de 100 m² (equivalente à área de um terreno de 10 m por 10 m). Essa grande superfície de contato entre o ar (do interior dos alvéolos) e o sangue (dos vasos capilares) favorece as trocas gasosas nos pulmões.

Nos pulmões ocorrem **trocas gasosas** entre o ar contido no interior dos alvéolos e o sangue dos capilares ao redor deles.



Representação do sistema respiratório humano e, no detalhe, alvéolos pulmonares com capilares sanguíneos ao redor deles. (Imagens sem proporção de tamanho entre si; cores-fantasia.)

Fontes de pesquisa: J. Sobotta. *Atlas de anatomia humana*. 22. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. v. 1. p. 14. e G. J. Tortora; S. R. Grabowski. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 457.

É gripe? Ou apenas resfriado?

Resfriados e gripes são infecções virais que afetam as vias respiratórias. O **resfriado** comum pode ser causado por diversos vírus, especialmente os *Rhinovirus*. Os sintomas da infecção costumam ser brandos e incluem aumento da secreção nasal e espirros; em geral, não há febre.

Já a **gripe**, ou **influenza**, é causada por um vírus de distribuição mundial, o vírus influenza, que dá origem a epidemias em vários países. Diferentes variedades desse vírus causam infecções também em animais domésticos (aves, porcos, cavalos, etc.).

O influenza apresenta grande capacidade de modificação, originando subtipos, como o vírus A (também conhecido como H1N1), que causou epidemias em diversos países em 2009.

Os sintomas da gripe comum aparecem de um a sete dias após a infecção e incluem febre, dores no corpo, tosse seca e produção de secreção nasal. Em geral, eles desaparecem em poucos dias, mas o vírus pode atingir os pulmões e, em alguns casos, causar pneumonia viral.

A vacinação anual contra a gripe é a principal forma de prevenção da doença. Além disso, lavar bem as mãos previne o contato com muitos agentes infecciosos. Manter hábitos saudáveis reforça as defesas do corpo contra doenças infecciosas em geral.



Fotografia de um agrupamento de cinco vírus influenza. (Imagem obtida ao microscópio eletrônico de transmissão; aumento de 76 800 vezes em tamanho 6 cm x 7 cm; imagem colorizada.)

Dr. Kari Lounasmaa/SPL/Latinstock

Na figura 20 observa-se outro TM sobre hematose, neste há tipos diferentes de imagens (desenhos esquemáticos e fotografia) em uma composição visual integrada.

Figura 20 – TM veiculado em página de livro didático sobre hematose 2

Pulmões

Os **pulmões** humanos são dois órgãos esponjosos, com aproximadamente 25 centímetros de altura e cerca de 700 gramas, localizados no interior da caixa torácica. O pulmão direito é ligeiramente maior que o esquerdo e está dividido em três partes, ou três lóbulos; o pulmão esquerdo tem apenas dois lóbulos.

Pulmões de pessoas jovens têm cor rosada, que vai aos poucos escurecendo com a idade, devido ao acúmulo de impurezas presentes no ar. Pulmões de fumantes são mais escuros que os de não fumantes devido ao acúmulo de partículas de alcatrão e outras substâncias contidas na fumaça do cigarro.

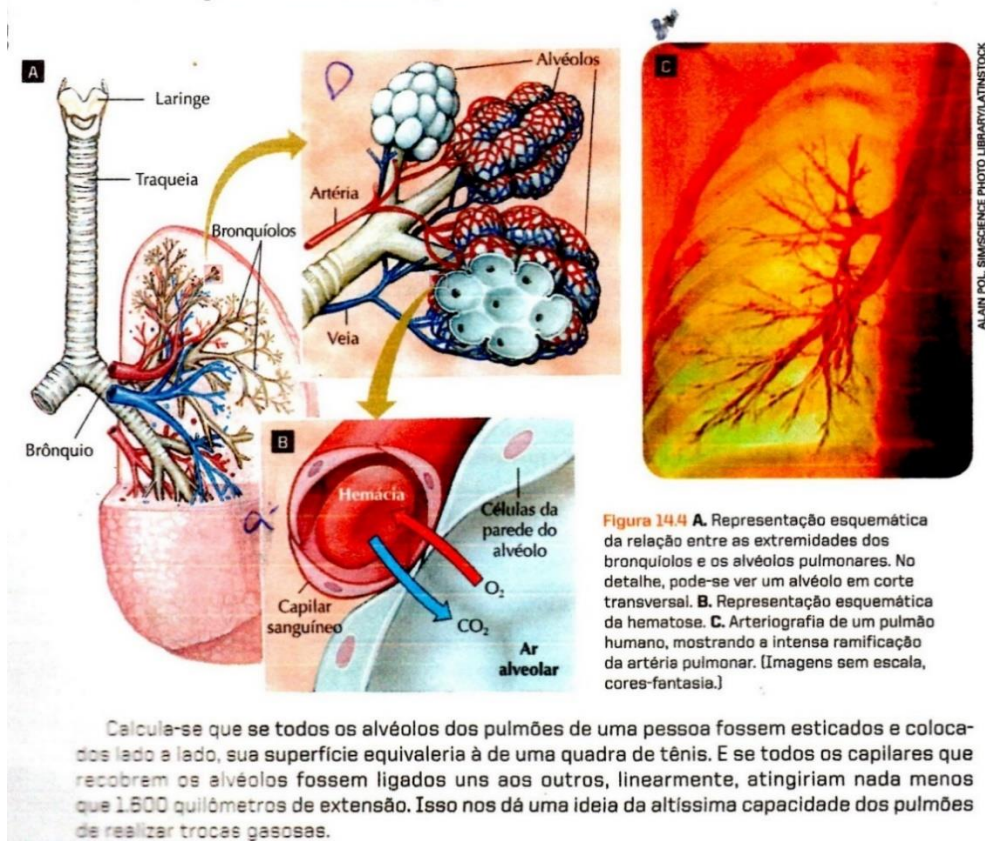
Os pulmões são envoltos por duas membranas denominadas pleuras. A pleura interna está aderida à superfície pulmonar, enquanto a pleura externa está aderida à parede da caixa torácica. Entre as pleuras há um estreito espaço, preenchido por uma fina camada líquida, o líquido interpleural. A tensão superficial desse líquido mantém unidas as duas pleuras, mas permite que elas deslizem uma sobre a outra durante os movimentos respiratórios.

Alvéolos pulmonares

Cada pulmão é constituído por cerca de 150 milhões de **alvéolos pulmonares**, pequenos sacos de paredes finas, formadas por células achatadas. Os alvéolos são recobertos por capilares sanguíneos, nos quais o sangue circula muito perto do ar que penetra nos alvéolos.

A proximidade entre os capilares pulmonares e as paredes dos alvéolos permite difusão de gases entre o sangue e o ar. Ao chegar aos capilares alveolares, o sangue é rico em CO_2 e pobre em O_2 ; depois de passar pelos capilares dos alvéolos, o sangue torna-se rico em O_2 e pobre em CO_2 .

O processo de intercâmbio de gases respiratórios do sangue com o ar é denominado hematose e consiste na difusão de O_2 do ar dos alvéolos para o sangue dos capilares, simultaneamente à difusão de CO_2 , no sentido inverso. (Fig. 14.4)



Neste TM a ampliação foi representada por setas na cor ocre, mas há outras setas indicando a troca de gases, ou seja, o movimento de entrada e saída de gases que são identificados através das setas nas cores convencionadas azul (para gás carbônico) e vermelho (para gás oxigênio) além das indicações das etiquetas verbais.

O fluxo sanguíneo, por sua vez, não foi representando na imagem, visto que não há setas relacionadas aos capilares (representados nas cores azul e vermelha) indicando a entrada através da veia e a saída através da artéria.

A relação entre o corpo do texto e as imagens é de integração, no item que se refere aos “alvéolos pulmonares”. O item “pulmões” do texto verbal não dialoga com as imagens apresentadas, só dialoga com o outro item do texto verbal, sendo o segundo uma continuação do primeiro.

Em ambos os TM que tratam sobre a hematóse (figuras 19 e 20), o nome do processo não consta como título, o título é “alvéolos pulmonares”. Isto significa que o principal processo da respiração pulmonar não é apresentado como destaque, ao invés disso, o nome da estrutura onde o processo ocorre é que é o destaque, ou seja, o significado conceitual mais uma vez deixa em segundo plano o significado processual.

Nesta análise de exemplares de livros didáticos³⁶ foi possível observar algumas tendências das imagens empregadas nos TM sobre respiração humana: (1) Embora estejam representando um processo, as imagens possuem, em sua maioria, a *função conceitual* em detrimento da *função narrativa*; (2) O uso de setas pode indicar movimento, mas também pode indicar o efeito de ampliação da imagem; (3) A relação entre o corpo do texto verbal e as imagens pode ser de suplementação, de complementação, de integração ou de ilustração; (4) Os conteúdos representados, na maioria das obras analisadas, seguem a mesma ordem de apresentação de imagens: a estrutura do sistema respiratório, o processo de hematóse e os movimentos respiratórios, de forma suplementar são apresentados o transporte de gases, as doenças respiratórias e as cordas vocais; (5) Os títulos referem-se, em sua maioria, aos conteúdos conceituais em detrimento aos conteúdos processuais; (6) Nos TM em que as imagens são remodeladas e inovadoras, a função da imagem não se modifica: continuam representando a *função conceitual* em detrimento da *função narrativa*; (7) Em todos os TM analisados as

³⁶ Estes livros fazem parte de uma pesquisa realizada pela turma do 2º período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (UFAL/Campus Arapiraca) no semestre letivo 2016.2. Nela os estudantes analisaram as imagens do livro didático de Ciências do Ensino Fundamental ou Médio, com base nas funções propostas pela Gramática do *Design Visual*. Foram examinados 10 exemplares diferentes.

imagens se relacionam com os diferentes tipos de textos verbais: legendas, títulos, etiquetas verbais e corpo do texto;

Dentre estes aspectos evidenciados, a relação estabelecida entre o corpo do texto verbal e as imagens configura-se como um importante aspecto da natureza dos TM veiculados em livros didáticos³⁷. Em estudos sobre imagens presentes em livros didáticos alguns autores empregaram categorias para analisar a relação existente entre o modo verbal e o modo visual. Como discutido anteriormente, Perales e Jiménez (2002) propuseram três tipos de relações: *denotativa*, *conotativa* e *sinóptica* e os pesquisadores Silva e Compiani (2006) propuseram que as relações são *redundantes*, *explicativas* e *integradoras*.

Na presente pesquisa foram estabelecidos quatro tipos de relações entre as imagens e o texto verbal: a relação de ilustração, através da qual a imagem apenas mostra através de representação visual o que está descrito no texto verbal; a relação de suplementação, através da qual um dos entes da relação adiciona informações extras sobre o tema; a relação de complementação, através da qual um dos entes complementa o sentido do outro, sendo sugerida a leitura de ambos; e a relação de integração, em que o texto verbal e o visual se autorreferenciam e a leitura de ambos é indispensável para a construção do significado que se quer alcançar.

Estas categorias para o exame das relações entre a imagem e o texto verbal foram criadas a partir da análise dos TM presentes nos livros didáticos e indicaram alguns aspectos relevantes para o processo de produção de sentidos nos textos multimodais para o ensino que devem ser exploradas durante o seu processo de elaboração.

4.1.1 Conclusão: elementos evidenciados na análise

A memória visual que estas imagens constroem nos estudantes ao serem reproduzidas ao longo da escolarização influencia a forma como eles compreendem o processo respiratório e como os professores ensinam este conteúdo. Por que a respiração humana não é estudada através de imagens narrativas que são as indicadas para representar processos? Reconhecemos que a escolha dos signos que compõem uma representação não é neutra, é ideológica, e, portanto, pode-se questionar: o que se pretende ao propor estruturas predominantemente conceituais para o estudo de conteúdos que são predominantemente processuais? Muitas vezes o estudante

³⁷ Ao comparar com outros recursos didáticos observa-se que em *slides* de projeção, por exemplo, este tipo de texto é mais escasso, sendo mais empregados os títulos e legendas.

reconhece cada parte do sistema respiratório, mas não compreende como o processo ocorre. É importante conhecer a estrutura do sistema, como discutido anteriormente por Martins (2001), mas este conhecimento precisa ser complementado com os saberes sobre como esta estrutura funciona para que o processo respiratório ocorra, e sendo este um processo com aspectos micro e macroestruturais, o uso de imagens adequadas em interação com títulos, legendas, etiquetas verbais e corpo do texto é primordial para que os estudantes compreendam seu funcionamento.

A proposta de analisar os textos multimodais presentes em livros didáticos não é para classificar as imagens, mas para compreender como as diferentes linguagens envolvidas nestes textos comunicam e promovem significações, portanto, o seu uso deve explorar as linguagens presentes de forma integrada, evidenciando o que é próprio de cada uma e principalmente, explorando como este significado será construído contextualmente. Neste sentido, a possibilidade de o professor construir seus próprios textos multimodais abre caminhos para que ele integre no seu fazer o produtor e o leitor das imagens em um diálogo que poderá gerar significados mais próximos do objetivo proposto, favorecendo a aprendizagem. Por outro lado, antes que isso aconteça de modo satisfatório, a leitura de imagens precisa ser aprendida e valorizada.

Na formação de professores para o ensino de ciências, portanto, esta habilidade precisa ser reconhecida como a possibilidade de empregar a linguagem visual em parceria com a linguagem verbal para a produção de textos multimodais que poderão contribuir para a compreensão e o desenvolvimento de conceitos específicos.

A observação e análise destes elementos colaboraram para a validação dos parâmetros de análise baseados na GDV que podem orientar a produção de textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana, conforme serão apresentados adiante e também para a identificação das características dos textos multimodais presentes nos livros didáticos, que compõem a memória visual sobre o conteúdo respiração pulmonar humana.

4.2 Análise dos textos multimodais utilizados pelos estudantes do GC nas videoaulas

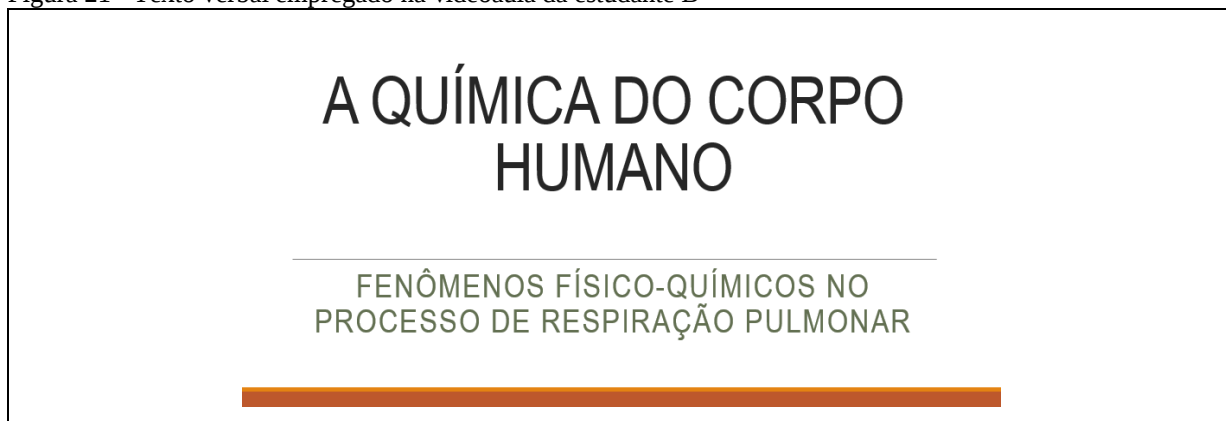
Os resultados das análises dos textos multimodais que os estudantes do GC construíram para o uso nas videoaulas serão apresentados em conjuntos identificados através das iniciais de cada estudante proponente, conforme foi estabelecido na metodologia do presente trabalho.

4.2.1 Análise do Conjunto de Textos Multimodais B

Para a composição de sua videoaula sobre a Respiração Pulmonar Humana, a estudante B elaborou seis *slides*. O primeiro *slide* apresenta o título e subtítulo da aula. Os *slides* seguintes são constituídos por textos multimodais que possuem imagens e etiquetas verbais. Estes textos multimodais não apresentaram títulos, legendas ou corpo de texto. Não houve *slide* de conclusão ou de referências bibliográficas. Além dos *slides*, foi utilizado também o quadro branco, em que a estudante produziu algumas representações. Os TM serão analisados na sequência e serão nominados de TMB1, TMB2 e assim, sucessivamente, para identificar a autoria da estudante B. Esta videoaula teve o tempo de duração de 14min:30s.

Por conta de sua formação inicial em Licenciatura em Química, esta estudante definiu um recorte conceitual para a videoaula, destacando os elementos físico-químicos no processo de respiração pulmonar humana. Neste *slide* de apresentação foi empregada a linguagem verbal, conforme se observa na figura 21, em uma composição que evidencia o tema com letras garrafais e o subtema localiza-se abaixo, com fonte em cor mais suave que a cor da fonte do tema. Como não há outras modalidades de linguagem, este primeiro *slide* não se configura como texto multimodal.

Figura 21 - Texto verbal empregado na videoaula da estudante B



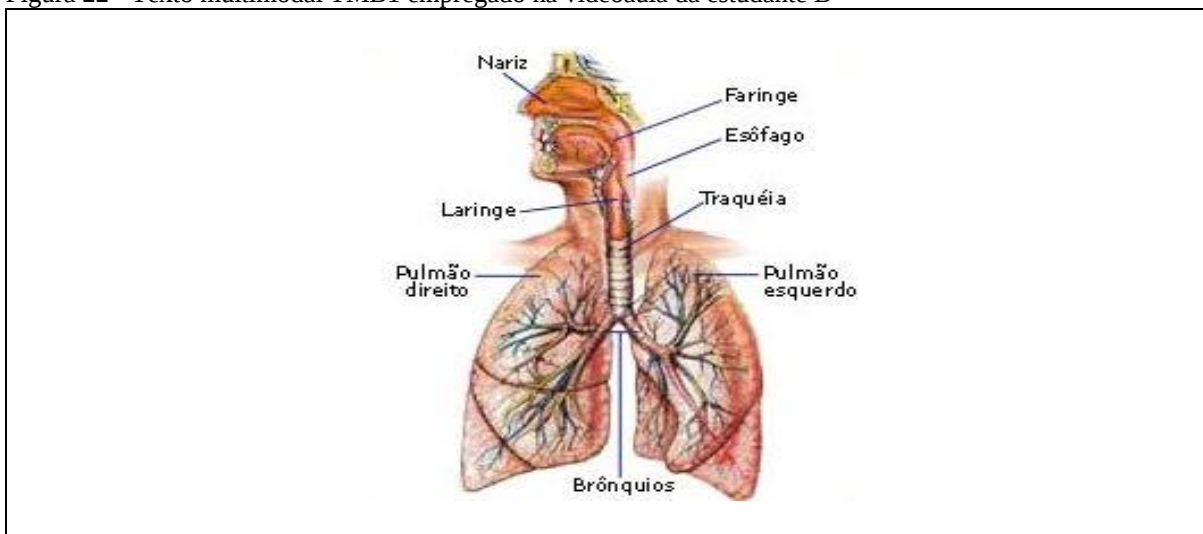
Fonte: videoaula da estudante B

4.2.1.1 Análise do Texto Multimodal TMB1

O TMB1 (figura 22) possui uma imagem do tipo *representacional conceitual analítica*, em que o *Carrier* é o sistema respiratório e os *Atributos Possessivos* são os órgãos e estruturas envolvidos no processo respiratório e nomeados através de etiquetas verbais. No entanto, não há identificação sobre o que trata este TMB1, pois título e legenda estão ausentes. O

conhecimento prévio do leitor é que irá guiar a compreensão de que se trata do sistema respiratório e não sobre outro sistema orgânico pois esta informação não está posta no TM.

Figura 22 - Texto multimodal TMB1 empregado na videoaula da estudante B



Fonte: videoaula da estudante B

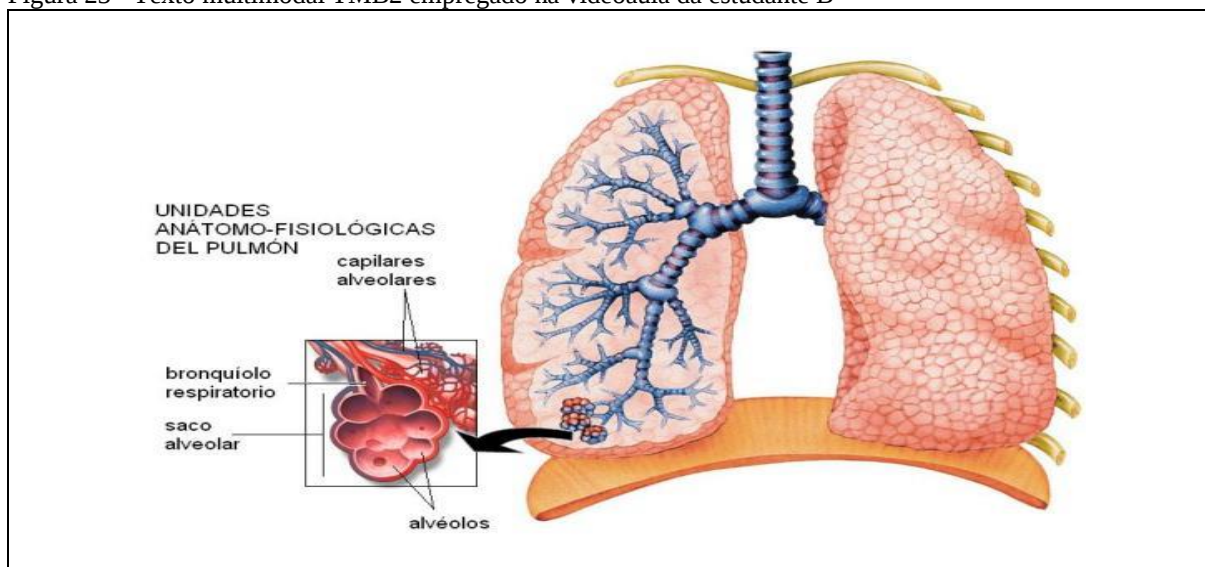
A ausência de vetores dificulta a compreensão de que a sequência de etiquetas verbais demonstra um trajeto a ser seguido pelo ar ao ser inspirado, ou seja, a noção de processo dinâmico é omitida e o TMB1 cumpre a função de listar os órgãos e estruturas que compõem o sistema representado.

Os *participantes* estão conectados entre si no sistema respiratório, mas estão desconectados do corpo humano e seus demais sistemas. Embora o uso de desenhos sirva para destacar a estrutura em foco no estudo, a representação do sistema respiratório *composicionalmente conectado* ao corpo humano é imprescindível para superar a noção de que os sistemas orgânicos funcionam de forma isolada, assim, a compreensão de um corpo sistêmico poderá ser realizada.

4.2.1.2 Análise do Texto Multimodal TMB2

A imagem do TMB2 (figura 23) também desempenha a *função representacional analítica*. Como a representação da traqueia, dos pulmões e dos brônquios já foram nominados no TMB1, as etiquetas verbais desta vez são empregadas apenas para nomear a figura em *zoom*, definida como “unidades anátomo-fisiológicas del pulmón” através de uma etiqueta verbais que parece funcionar como um título. No entanto, há novas estruturas como as costelas e o diafragma que não constavam no TMB1 e permanecem sem identificação no TMB2.

Figura 23 - Texto multimodal TMB2 empregado na videoaula da estudante B



Fonte: videoaula da estudante B

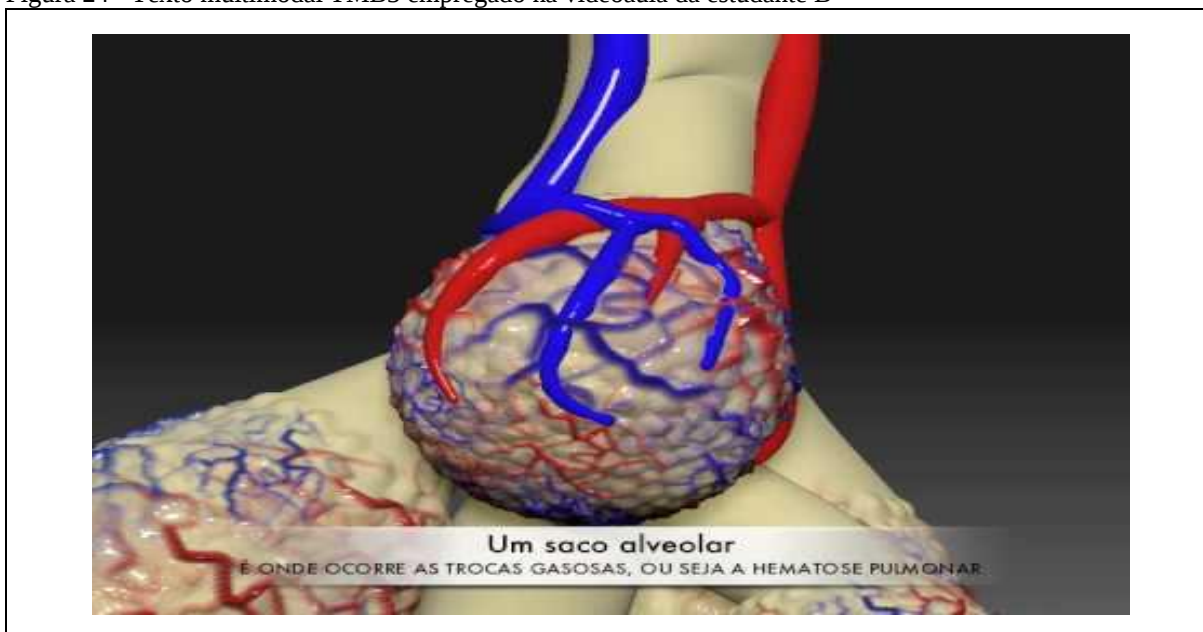
O efeito de *zoom* é dado pela seta preta partindo do *participante* original para um recorte ampliado dentro de uma moldura quadrada, sendo que esta representação agrega um corte sagital ao saco alveolar que não existe na figura de origem. Há linhas ligando a etiqueta verbal a cada *participante* contido no recorte ampliado, os demais permanecem sem identificação. Esta imagem é a mesma empregada pela estudante Y no TMY4, mas sem o recorte ampliado. Neste sentido, a representação do diafragma causa a mesma impressão de ser um tablado de mesa em que os pulmões estão colocados.

4.2.1.3 Análise dos Textos Multimodais TMB3 e TMB4

Os TMB3 e TMB4 (figura 24 e 25) discutem a hematóse. No primeiro há um tipo de imagem produzida em computador (foto de uma estrutura tridimensional elaborada para *gif* animado³⁸) que intenciona representar o alvéolo em sua aparência “real” e contém etiqueta citando que no saco alveolar ocorrem as trocas gasosas, ou seja, a hematóse. Não há outras informações disponibilizadas através de texto verbal. A imagem mostra um saco alveolar e os capilares sanguíneos nas cores convencionadas para indicar o sangue venoso (azul) e o sangue arterial (vermelho), o que indica que esta representação não é “real” como tenta fazer acreditar.

³⁸ *Gif* (*graphics interchange format*) animado é um tipo de animação curta, geralmente utilizado em mensagens de humor veiculadas nas redes sociais, mas que também são empregadas para demonstrar movimento em imagens da ciência que sem o recurso seriam estáticas.

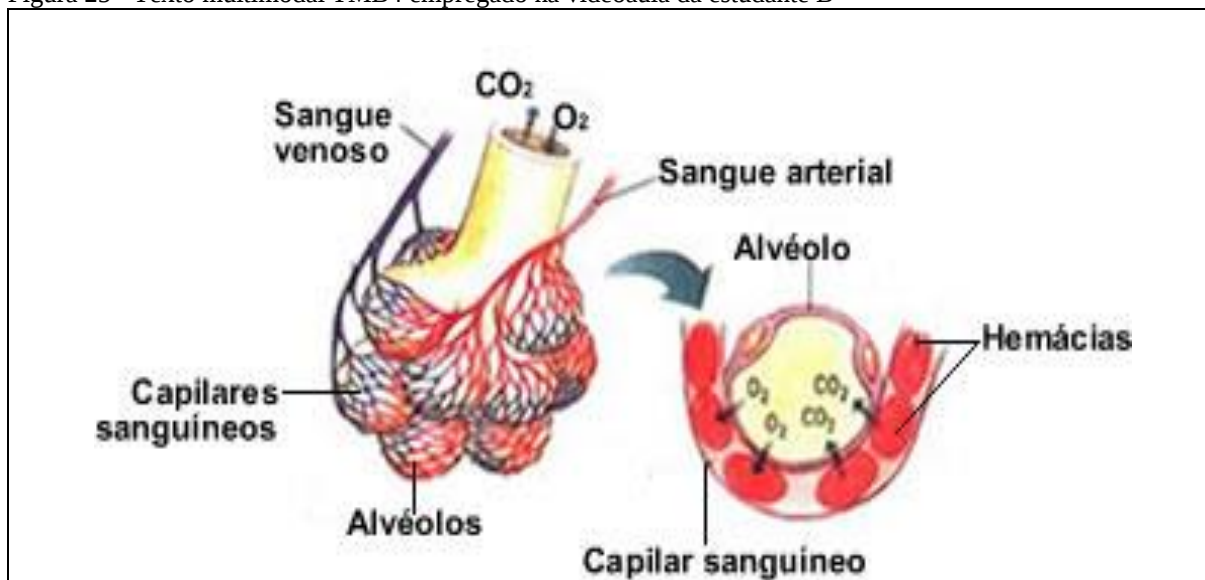
Figura 24 - Texto multimodal TMB3 empregado na videoaula da estudante B



Fonte: videoaula da estudante B

No TMB4 há a repetição da imagem do saco alveolar e os capilares que os envolvem coloridos com as cores convencionadas como apresentada do TMB3. No TMB4 a imagem do saco alveolar está mais completa, com etiquetas verbais nomeando os *participantes* e o movimento de entrada do O_2 e a saída do CO_2 , neste sentido, o TMB3 poderia ser excluído do conjunto de TMB sem prejuízos para a apresentação do conteúdo, sendo a sua contribuição restrita à existência da etiqueta que nomeia o processo de hematose, explicando-o, pois no TMB4 este processo não é nominado.

Figura 25 - Texto multimodal TMB4 empregado na videoaula da estudante B



Fonte: videoaula da estudante B

A seta azul que liga as duas imagens no TMB4 pretende demonstrar que a segunda figura é uma ampliação de parte da primeira, que seria o efeito *zoom*. No entanto, esta representação possibilita outra interpretação porque o vetor seta em geral significa movimento, assim, parece que a primeira figura (o saco alveolar, como um todo) será transportado para dentro do capilar sanguíneo da segunda figura. Sobretudo porque a seta indica para dentro do capilar da segunda figura e não para a figura como um todo (diferente do posicionamento da seta no TMB2, que aponta para um recorte emoldurado do conjunto da imagem). A seta neste TM deveria ser lida como um vetor de ampliação e não como um vetor de deslocamento, mas nesta composição, sua função não está clara.

A leitura das etiquetas verbais é que poderá esclarecer que no TMB4 que a estrutura circular de cor amarelada da segunda figura é o alvéolo, o mesmo que na primeira figura está envolto por uma rede de capilares azuis e vermelhos, mas que na segunda figura aparece em unidade e em uma coloração que parece misturar o azul e o vermelho. As hemácias presentes neste capilar representado na segunda figura executarão a troca de gases que na primeira figura aparece representada na extremidade do alvéolo. Mesmo considerando a possibilidade de as etiquetas verbais ampliarem a compreensão da imagem, para o leitor esta composição não está clara, presume-se, mais uma vez, que a memória do uso desta sequência de imagens na escolarização supere a ausência de um efeito de ampliação visualmente adequado. A existência de uma legenda ampliaria a compreensão do processo de hematose, que não está nomeado no presente TM.

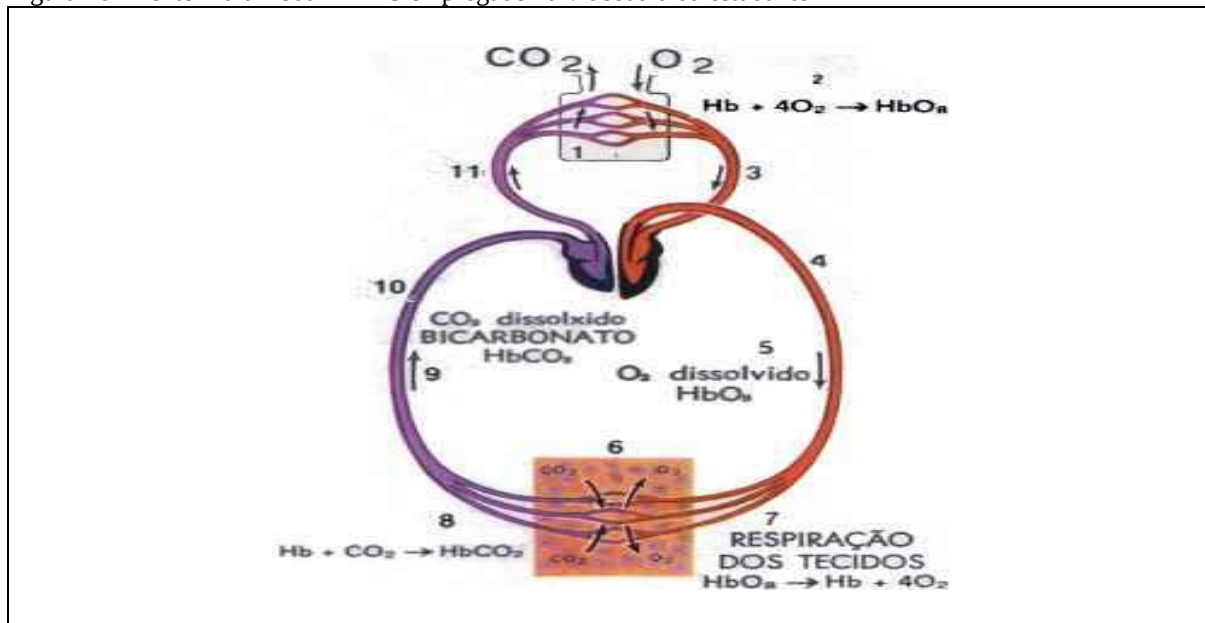
No TMB4 o objetivo é apresentar o processo de hematose e as pequenas setas são os vetores que indicam a entrada e a saída dos gases oxigênio e carbônico. A existência destes vetores indica que a função da imagem é *representacional narrativa* embora pareça indicar a *função representacional conceitual analítica* pois apresentam os *participantes* que fazem parte do processo de hematose numa relação de parte-todo (o *carrier* seria a hematose e as estruturas e elementos envolvidos no processo seriam os atributos possessivos) de forma mais destacada, pois a *saliência* está na apresentação das etiquetas verbais em tamanho maior do que o tamanho das setas que indicam o movimento de entrada e saída dos gases.

4.2.1.4 Análise do Texto Multimodal TMB5

Através da apresentação do TMB5 (figura 26) o tema da aula (presente no primeiro *slide*) parece ser retomado como foco, pois este TM destaca as reações químicas presentes no processo de

respiração em uma imagem *representacional narrativa* em que as setas representam em algumas posições *movimento* e em outras posições representam o *resultado* das reações químicas. Seria importante destacar com diferentes cores de setas as suas diferentes funções.

Figura 26 - Texto multimodal TMB5 empregado na videoaula da estudante B



Fonte: videoaula da estudante B

Este tipo de imagem empregada no TMB5 (figura 26) é largamente empregado nos recursos didáticos que representam a relação estabelecida entre o sistema circulatório e o sistema respiratório. Apesar do seu uso corrente, esta imagem poderá conduzir o estudante a interpretações equivocadas sobre o que está sendo representado, sobretudo se não há etiquetas verbais indicando os *participantes representados*. Além dos vasos sanguíneos (que são os *participantes* em destaque), há três *participantes* localizados em uma linha vertical imaginária no centro da figura: pulmões, coração e células dos tecidos do corpo humano. No entanto, uma interpretação bastante plausível desta imagem é identificar estes *participantes* como sendo: cérebro, coração e estômago, por conta da analogia que se permite fazer à localização destes órgãos no corpo a partir do que está “acima” e “abaixo” do coração (o coração também poderá ser confundido com os pulmões, pois está representado com uma separação ao meio o que poderia ser considerado os dois pulmões, como já vistos nos TMB1 e TMB2).

A ausência das etiquetas verbais nominando os órgãos é justificada por conta do objetivo do TMB5 em discutir os elementos químicos subjacentes ao processo e neste sentido, as etiquetas resumem-se a estes *participantes*. No entanto, esta ausência pode provocar interpretações equivocadas, sobretudo, se se considera também que a representação dos pulmões, do coração

e dos tecidos não segue um padrão. Enquanto a representação dos pulmões e tecidos é através de formas geométricas, a representação do coração é figurativa.

O uso de números para indicar a direção do movimento do sangue na figura 26 é um recurso próprio das representações narrativas, em que a dimensão temporal está envolvida. O sangue é modificado durante este percurso, e este fato é evidenciado pela mudança de cor em sua representação (incluindo os gradientes entre as cores azul e vermelha no topo e na base da imagem) e pela indicação das etiquetas verbais que indicam a sua diferente composição, localizadas próximo dos numerais 5 e 9 e repetidas na proximidade dos numerais 2 e 8.

4.2.1.5 Entrevista sobre a Produção da Videoaula – Estudante B

A estudante B, em sua entrevista sobre a produção desta videoaula esclareceu que durante a sua graduação não havia estudado este tema e como este fato a deixou insegura, sua primeira ação foi “pesquisar artigos referentes a práticas em sala de aulas sobre o tema”. Ao justificar a escolha das imagens, a estudante afirmou: “eu quis que os alunos pudessem visualizar o que eu estava explicando”. Ao ser indagada sobre se estas imagens foram suficientes para alcançar seu objetivo na aula, a estudante B considerou que não foram suficientes: “visto que senti diversas vezes dificuldades de encontrar palavras para explicar algumas partes do conteúdo. E não encontrei imagens adequadas que fossem colaborar”. Sobre a importância do uso de imagens para o ensino, a estudante B elencou a “necessidade de fazer leitura de imagens para a obtenção de informações” e a existência de diferentes formas de aprendizagem: “há alunos que necessitam visualizar para compreender, outros aprendem apenas escutando”. E destacou também que “a construção de imagens permite que o indivíduo construa o seu próprio conhecimento” no sentido de que possibilita ao aluno a construção de uma representação do que compreendeu: “uma lógica sobre como ocorre um processo”.

4.2.1.6 Conclusões

A composição dos TM empregados pela estudante B em sua videoaula possui um diferencial marcante que é a introdução da discussão sobre os fenômenos físico-químicos envolvidos no processo da respiração pulmonar humana. Este fato deve-se à sua formação inicial em Licenciatura em Química. A partir do primeiro *slide* em que são apresentados tema e subtema, são introduzidos na sequência cinco TM (um em cada *slide*) que engloba imagem e etiquetas

verbais. Nos primeiros TM foram empregadas imagens *representacionais conceituais* e nos TM finais foram empregadas imagens *representacionais narrativas*.

Figura 27 - Imagens da videoaula da estudante B



Fonte: dados da pesquisa

A partir da entrevista realizada, a preocupação com o “ensino” e o objetivo da estudante em utilizar as imagens para auxiliar a sua “explicação” e a compreensão do aluno espectador foi evidenciada, sobretudo a relação da “visualização” e a produção de imagens como formas de aprendizagem. Neste sentido parece justificar-se a apresentação de TM mais *centrados* e com poucos TM *polarizados*, ou seja, com *participantes* localizados na parte central na maioria dos TM (tendo apenas dois TM com *participantes* polarizados por conta do efeito *zoom*), pois assim, o conteúdo tem uma composição mais “sintética” que poderá permitir ao aluno do Ensino Médio a sua reconstrução. O fundo branco também colabora neste tipo de composição.

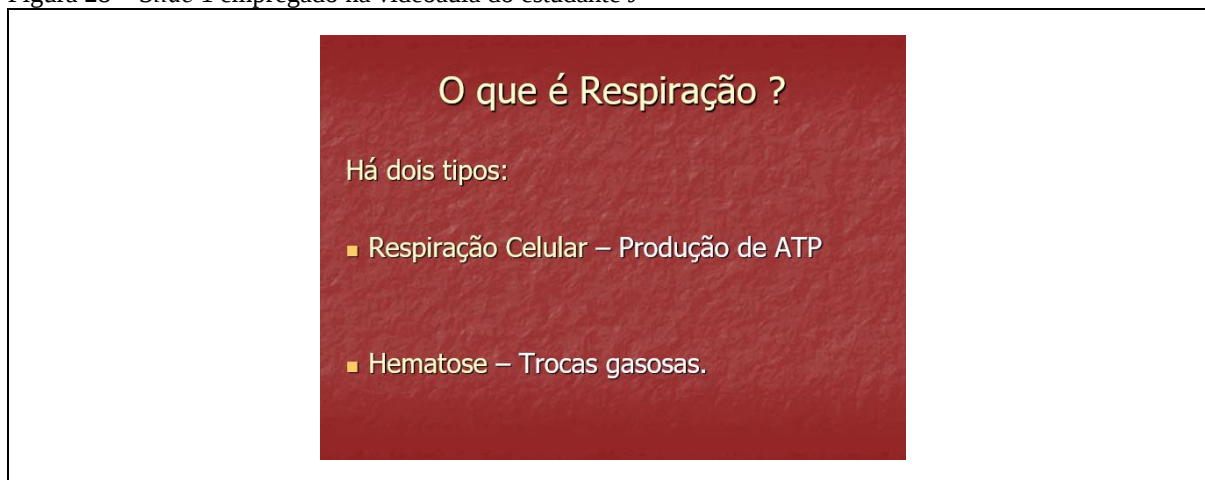
De uma forma geral, a relação existente entre as duas linguagens presentes nos TMB é de nominação no que se refere às etiquetas verbais. As etiquetas nomeiam os *participantes* das imagens dos TMB1, TMB2 e TMB4. Nas etiquetas do TMB5 a relação existente é de demonstração (da reação química) e de sequenciação (correspondente aos numerais que indicam o percurso do fluxo sanguíneo e as mudanças na composição sanguínea. Estas são relações necessárias ao emprego de TM para o ensino, no entanto, estas relações entre os diferentes modos semióticos nos TM empregados pela estudante B poderiam ter contribuído para uma melhor compreensão sobre o conteúdo se outras formas de linguagem verbal (legendas, por exemplo) e outras formas de linguagem visual (melhor emprego das setas, por exemplo) tivessem sido exploradas.

4.2.2 Análise do Conjunto de Textos Multimodais J

Para a videoaula o estudante J produziu 18 *slides*. A videoaula durou 1h:10min. Com exceção do primeiro *slide* em que há apenas a linguagem verbal, os demais são compostos por TM, são, portanto 17 TM. Como nesta fase de desenvolvimento da disciplina e do percurso metodológico da pesquisa ainda não havia sido limitada a abrangência do conteúdo específico, o estudante discutiu em sua videoaula desde a evolução dos sistemas respiratórios até a respiração celular humana. Neste sentido, após a delimitação do conteúdo específico “respiração pulmonar humana” alguns TM que excederam o limite conceitual não foram examinados, mas estarão presentes nesta seção. Foram analisados 12 TMJ e o texto verbal inicial.

Esta videoaula foi elaborada para uma turma de graduação. A partir de uma pergunta o estudante J inicia a videoaula. Para responder sobre “o que é respiração” é indicado que há dois tipos de respiração e são apresentadas duas respostas em forma de tópicos: “respiração celular” e “hematose”.

Figura 28 - *Slide 1* empregado na videoaula do estudante J



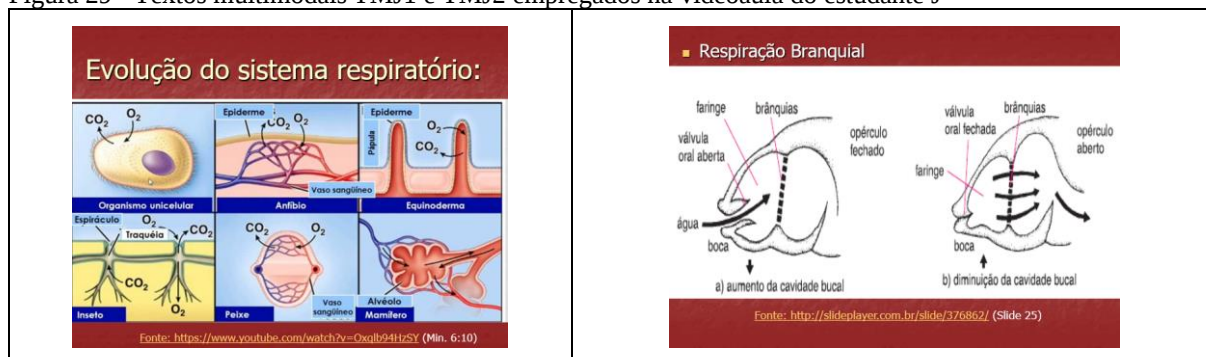
Fonte: videoaula do estudante J

Estes dois processos serão retomados nos TM apresentados a seguir, portanto, este primeiro *slide* é utilizado como guia dos conteúdos que serão explorados, embora com a sequência invertida: primeiro será discutida a hematose e depois será discutida a respiração celular. No entanto, embora a discussão seja retomada, os títulos não são resgatados: não há registro verbal nos TM que tratam da hematose e da respiração celular de que estes são os conteúdos abordados. No TMJ12 e TMJ13 que trata da hematose há o título “transporte de gases” e no TMJ14 que também trata do conteúdo não há título. A hematose não é apenas transporte de gases, é troca de gases. Nos TMJ15 e TMJ16 que se referem ao conteúdo respiração celular, não há títulos.

Textos Multimodais TMJ1 e TMJ2 (Não analisados)

Os TMJ abaixo (figura 29) tratam de conteúdos que não se localizam no recorte conceitual da pesquisa.

Figura 29 - Textos multimodais TMJ1 e TMJ2 empregados na videoaula do estudante J



Fonte: videoaula do estudante J

Texto Multimodal TMJ3 (Não analisado)

O TMJ abaixo (figura 30) trata de conteúdos que não se localizam no recorte conceitual da pesquisa.

Figura 30 - Texto multimodal TMJ3 empregado na videoaula do estudante J



Fonte: videoaula do estudante J

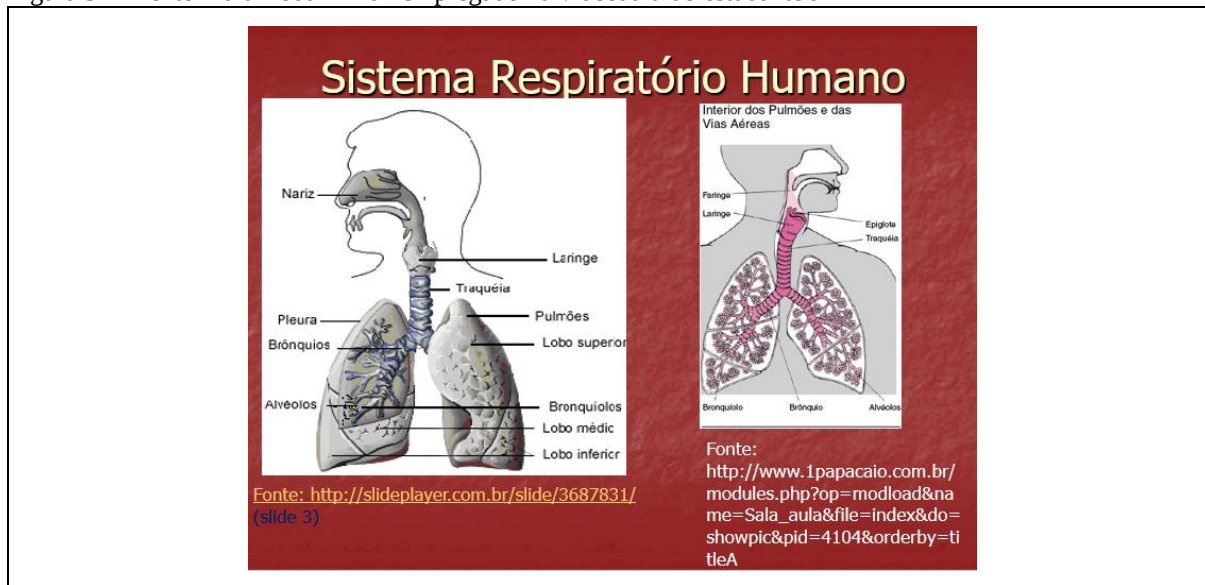
4.2.2.1 Análise do Texto Multimodal TMJ4

O TMJ4 (figura 31) é composto por título e imagens. O título “Sistema respiratório humano” corresponde às duas imagens, que se repetem. A indicação “humano” indica a diferenciação relativa ao sistema de outras espécies apresentadas nos TMJ anteriores desta videoaula.

As imagens estão desconectadas entre si e também do corpo humano. A relação entre as imagens não foi construída a partir dos possíveis conectivos visuais como linhas ou setas. Ao que parece, as figuras se duplicam mais não incorporam novos significados: ambas

desempenham a mesma *função representacional conceitual analítica*. Comparativamente, a *saliência* da composição do TMJ4 recai sobre a primeira imagem por conta de seu tamanho estendido.

Figura 31 - Texto multimodal TMJ4 empregado na videoaula do estudante J



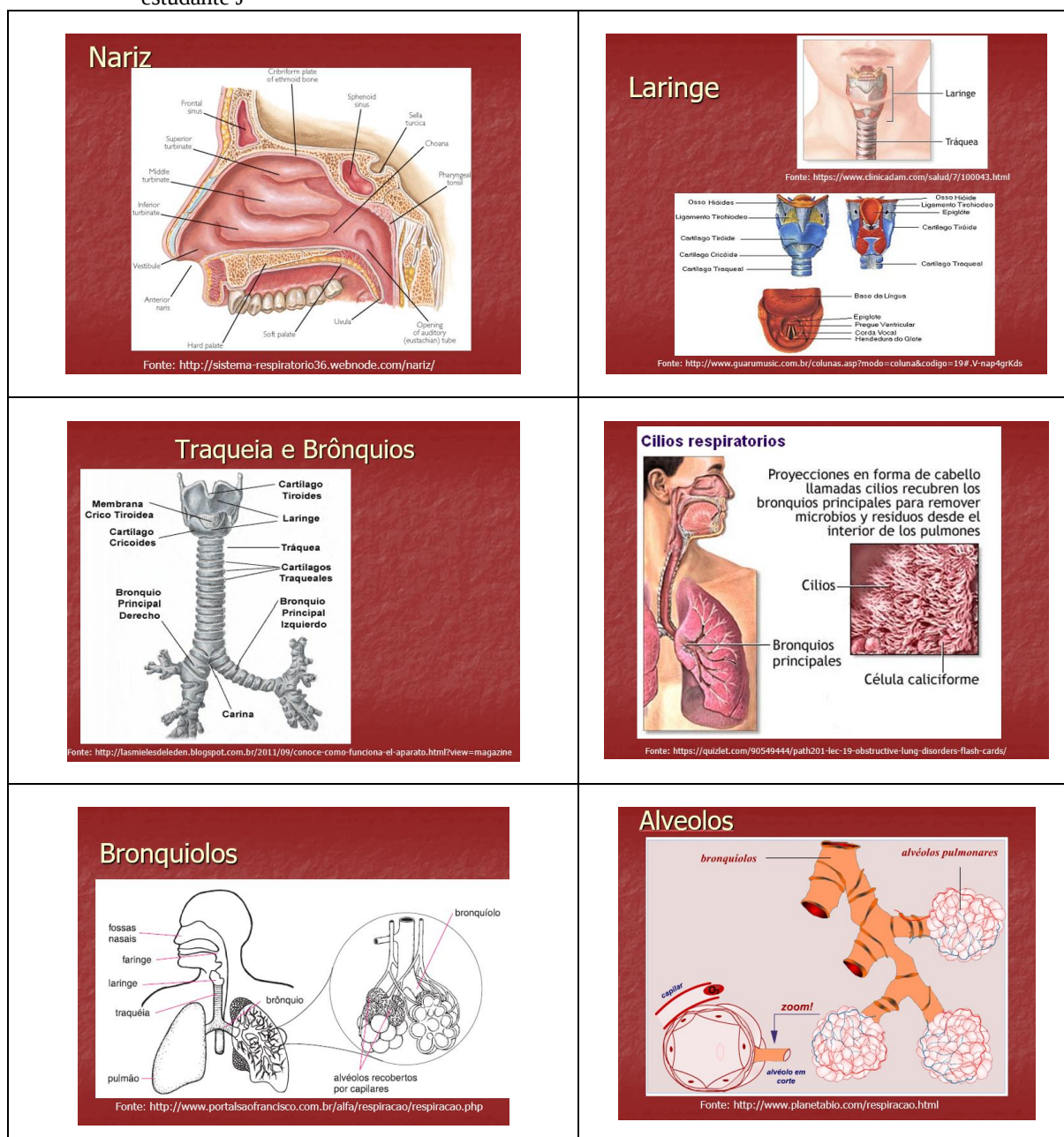
Fonte: videoaula do estudante J

Na segunda imagem observamos a etiqueta verbal: “Interior dos pulmões e das vias aéreas” e embora este “interior” tenha sido apresentado na primeira imagem do TMJ4 ao que parece, a intenção do estudante J foi destacar a existência dos brônquios, bronquíolos e alvéolos nesta segunda imagem, visto que sua representação está mais evidente nesta imagem do que na primeira.

4.2.2.2 Análise dos Textos Multimodais TMJ5, TMJ6, TMJ7, TMJ8, TMJ9, TMJ10

Os TMJ desta sequência aprofundam a discussão sobre a anatomia de cada um dos elementos que compõem o sistema respiratório. São formados por imagens *representacionais conceituais analíticas* que discutem a relação parte-todo de cada elemento. As etiquetas verbais são em sua maioria, do tipo nominativa.

Figura 32 - Textos multimodais TMJ5, TMJ6, TMJ7, TMJ8, TMJ9 e TMJ10 empregados na videoaula do estudante J



Fonte: videoaula do estudante J

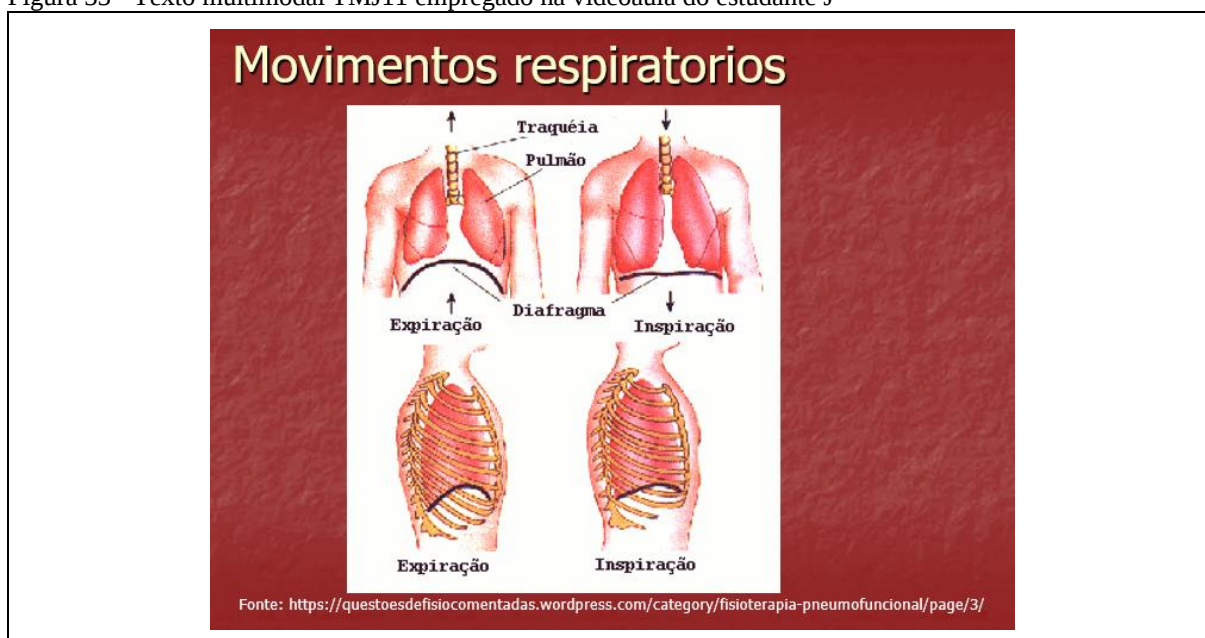
4.2.2.3 Análise do Texto Multimodal TMJ11

Para a discussão sobre os movimentos respiratórios foram utilizados título e imagem no TMJ11 (figura 33). A imagem é composta por quatro figuras que são lidas aos pares: o par superior e o par inferior. O título refere-se aos dois pares, pois ambos tratam do mesmo conteúdo, modificando apenas o posicionamento do corpo: no par superior o corpo é apresentado frontalmente e no par inferior o corpo é apresentado de perfil. Em ambas as figuras o diafragma é destacado pela coloração preta em linha volumosa. Apenas no par superior são apresentadas

etiquetas com a denominação dos *participantes* pois os mesmos se repetem no par inferior e sua repetição é desnecessária, a repetição ocorre, no entanto, dos nomes dos movimentos de “expiração” e “inspiração”.

Em se tratando dos “movimentos respiratórios” é esperado que a imagem apresente os vetores de movimento e desempenhe a *função representacional narrativa*, no entanto, apenas o par superior possui setas indicando a entrada e saída do ar pela traqueia e a expansão e contração do diafragma.

Figura 33 - Texto multimodal TMJ11 empregado na videoaula do estudante J



Fonte: videoaula do estudante J

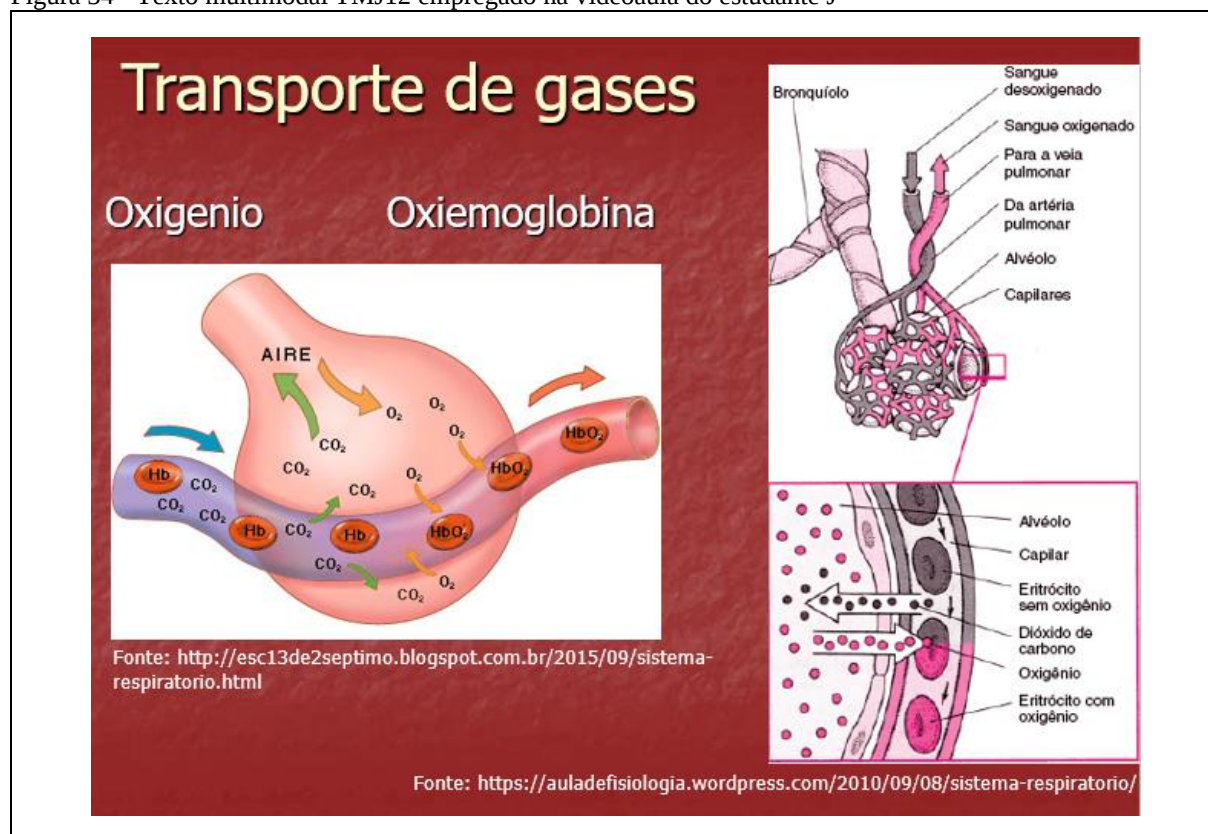
4.2.2.4 Análise dos Textos Multimodais TMJ12, TMJ13 e TMJ14

O TMJ12 é composto por título, etiquetas verbais e três imagens. Este é o primeiro TMJ de uma sequência de três TMJ que tratam do tema hematose sob o título de “transporte de gases”. Neste sentido, o TMJ12 tem como foco o transporte do gás oxigênio evidenciado pelas etiquetas verbais “oxigênio” e “oxiemoglobina”, enquanto no TMJ13 o foco é no transporte do gás carbônico. No TMJ12 a imagem sob as etiquetas verbais “oxigênio” e “oxiemoglobina” indica que este transporte se remete ao trajeto do capilar sanguíneo em proximidade aos alvéolos.

No TMJ12 a imagem que trata do transporte do gás oxigênio emprega vetores combinados com etiquetas verbais para mostrar o movimento dos gases. Não há identificação de que esta é uma representação do alvéolo e capilar sanguíneo. Através das cores do capilar sanguíneo em

combinação com as cores das duas setas (azul para o sangue venoso e vermelha para o sangue arterial) e com as etiquetas “Hb” que modifica para “HbO₂”, percebe-se a mudança na composição do plasma sanguíneo (que também não está nominado). A entrada e a saída dos gases são identificadas através das setas verdes (para o gás carbônico) e amarelas (para o gás oxigênio) em um padrão diferente do convencional. Por conta da presença dos vetores esta imagem possui a *função representacional narrativa*.

Figura 34 - Texto multimodal TMJ12 empregado na videoaula do estudante J

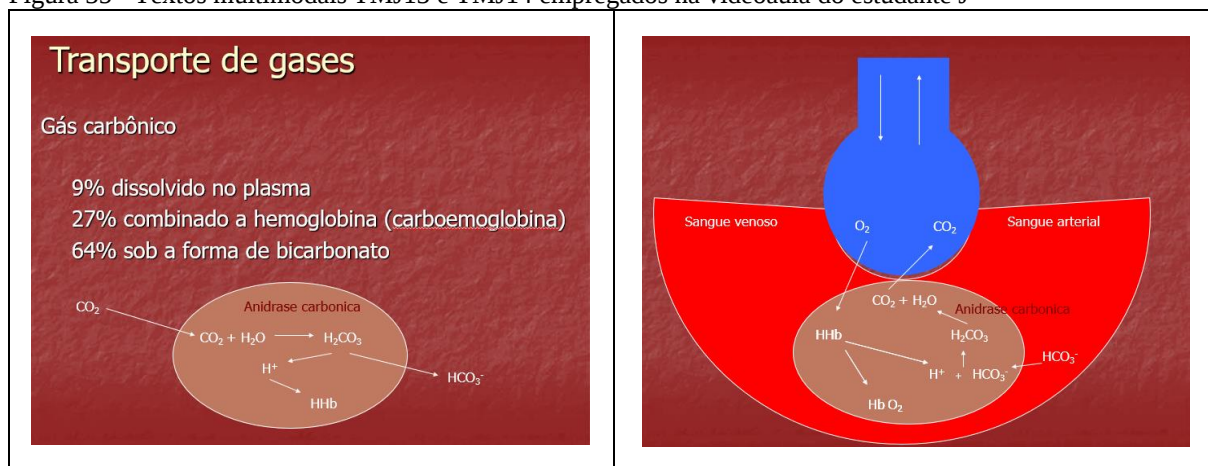


Fonte: videoaula do estudante J

Ao lado da imagem principal há duas imagens conectadas entre si pelo efeito *zoom*, demonstrado através da linha que liga o recorte retangular da imagem superior à sua imagem ampliada localizada logo abaixo. A partir destas imagens é possível relacionar a representação anterior que não possui os *participantes* nominados aos seus respectivos nomes, embora não exista um conectivo entre ambas.

Estas duas imagens laterais com funções representacionais distintas (a superior é *conceitual analítica* e a inferior é *narrativa*) complementam as informações nomeando os *participantes* do processo de hematose.

Figura 35 - Textos multimodais TMJ13 e TMJ14 empregados na videoaula do estudante J



Fonte: videoaula do estudante J

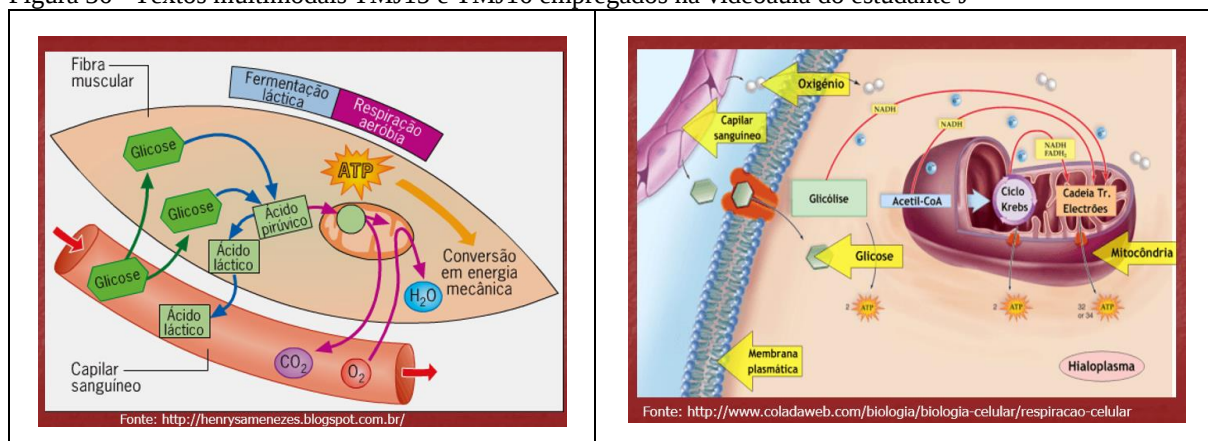
No TMJ13 é apresentada a hemácia em contato com as células durante o percurso sanguíneo e no TMJ14 a hemácia em contato com o alvéolo. São as reações químicas que demonstram esta localização das hemácias, mas a composição destes dois TMJ não destaca esta informação que deveria estar em saliência.

A hematose é retomada no TM14 mas o título – que é um componente presente em todos os outros TM – está ausente. O uso das cores vermelho para o capilar sanguíneo e azul para o alvéolo pode induzir ao erro, por conta do padrão convencional de aplicação destas cores para identificar o sangue arterial e o sangue venoso, respectivamente.

Textos Multimodais TMJ15 e TMJ16 (Não analisados)

Os TMJ abaixo tratam de conteúdos que não se localizam no recorte conceitual da pesquisa.

Figura 36 - Textos multimodais TMJ15 e TMJ16 empregados na videoaula do estudante J



Fonte: videoaula do estudante J

4.2.2.5 Análise do Texto Multimodal TMJ17

Por fim, o TMJ17 trata do “Controle da frequência respiratória” que é realizado pelo bulbo. Há imagem, título, subtítulo e etiquetas verbais que através de linhas nomeiam os *participantes*.

Figura 37 - Texto multimodal TMJ17 empregado na videoaula do estudante J



Fonte: videoaula do estudante J

A imagem empregada desempenha a *função representacional conceitual analítica*, está desconectada do corpo humano, do sistema respiratório e dos TMJ anteriores. Possivelmente, este TMJ estaria melhor localizado próximo ao TMJ11 que tratou sobre os movimentos respiratórios.

4.2.2.6 Entrevista sobre a Produção da Videoaula – Estudante J

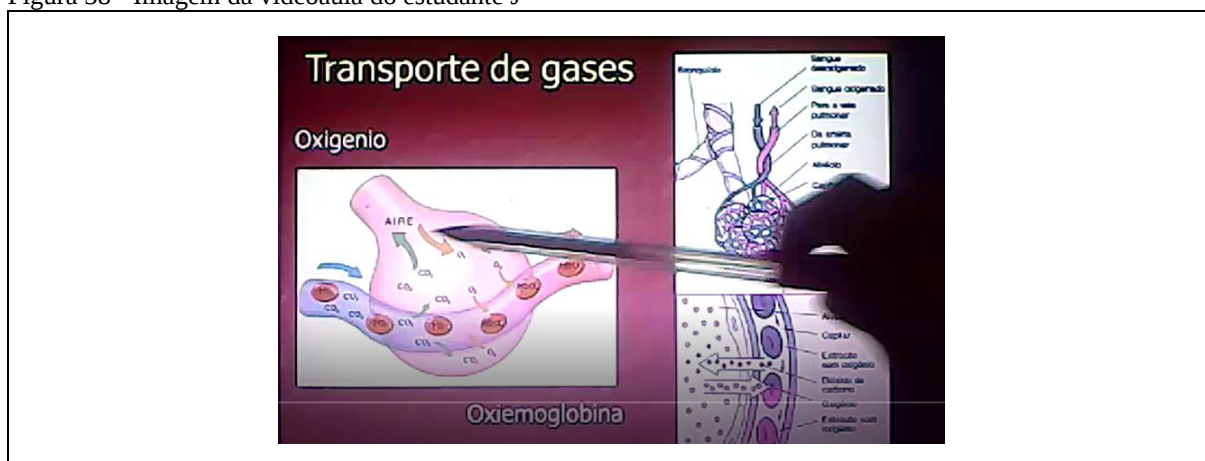
Para o estudante J, que possui experiência como professor de Biologia na rede pública, o desafio de produzir uma videoaula foi o de superar a ausência de interação com os alunos: “dificuldade para ministrar uma aula fora da sala de aula, dada a necessidade de realizar perguntas para a partir das respostas conduzir o assunto. Contudo, me contive num aspecto descritivo-evolutivo do assunto em questão”. Sua primeira ação foi “pesquisar possíveis imagens que pudessem executar o objetivo da aula”. O estudante J destacou que o critério de escolha das imagens foi o “detalhamento de estruturas sem, no entanto, esquecer os processos e percursos para que as trocas gasosas acontecessem. Vale o destaque para o aspecto comparativo e evolucionário de algumas, demonstrando o ‘sistemismo’ do sistema em relação a outros grupos de organismos”. Estas imagens empregadas não foram avaliadas como suficientes pelo estudante J, para ele,

mídias como animações poderiam ter sido empregadas “para ilustrar os processos de trocas (hematose) entre as estruturas” e para superar as limitações das imagens ele afirmou que “em alguns casos senti a necessidade de adaptar imagens, como no caso da ação da anidrase carbônica nos alvéolos pulmonares” [TMJ13 e TMJ14]. Sobre a importância de utilizar imagens para o ensino, o estudante J afirma “no caso das Ciências Naturais (Biologia, Física e Química) o uso de imagens é importante para representar situações que não podem, por ‘n’ motivos, serem conhecidas *in loco*”.

4.2.2.7 Conclusões

De acordo com a entrevista, o estudante J teve como objetivos demonstrar a evolução entre os sistemas respiratórios (das demais espécies e do sistema pulmonar) e discutir detalhadamente as estruturas envolvidas. O grande número de TM composto por imagens *conceituais analíticas* demonstra a preocupação em apresentar minuciosamente as estruturas envolvidas no processo respiratório. Além da preocupação com a estrutura do sistema em sua relação parte-todo, o estudante J também se preocupou com a representação dos processos e adaptou algumas imagens para a comunicação desta função.

Figura 38 - Imagem da videoaula do estudante J



Fonte: videoaula do estudante J

Dentre os 12 TMJ analisados, quatro possuíam imagens com *função narrativa*. Em alguns destes, os vetores foram incluídos pelo estudante J (TMJ13 e TMJ14) e em outros surgiram padrões de cores ainda não observados como o emprego das cores verde e amarela para indicar gás carbônico e gás oxigênio, respectivamente. As etiquetas verbais são majoritariamente empregadas para nomear os *participantes* e em alguns poucos exemplos foram empregados

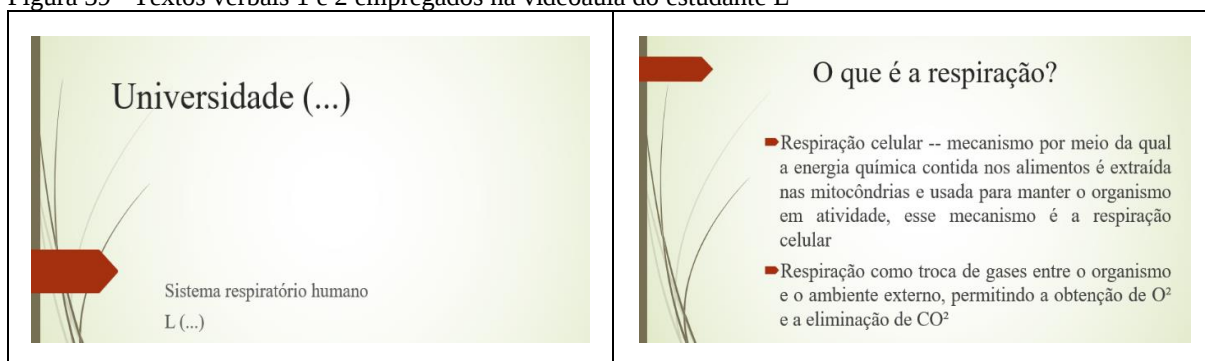
para explicar processos (TMJ11, TMJ13 e TMJ14). Nos TMJ em que houve a composição entre mais de uma imagem, a conexão entre elas não foi demonstrada visualmente (TMJ4 e TMJ12).

4.2.3 Análise do Conjunto de Textos Multimodais L³⁹

A videoaula produzida pelo estudante L foi conduzida a partir da apresentação de seis *slides*. Nos dois primeiros e no último foram empregados apenas textos verbais. Os *slides* 3, 4 e 5 foram compostos por TM com título e imagens compostas por etiquetas verbais e legendas. Todos os *slides* tinham um mesmo pano de fundo. Os TM serão analisados na sequência e serão nominados de TML1, TML2 e assim, sucessivamente, para identificar a autoria do estudante L. A videoaula teve o tempo de 17min:31s.

No *slide* 1 há a identificação da Universidade em que a disciplina foi cursada, o tema da aula e o nome do estudante, estando o nome da Universidade em destaque por conta da fonte do texto em tamanho maior. No segundo *slide* o título é uma questão e abaixo dela há duas respostas que explicam a respiração no nível celular e a respiração pulmonar, partes de um mesmo processo, este texto é analítico: “O que é respiração?” é o “todo” e as respostas são as partes deste todo.

Figura 39 - Textos verbais 1 e 2 empregados na videoaula do estudante L



Fonte: videoaula do estudante L

4.2.3.1 Análise do Texto Multimodal TML1

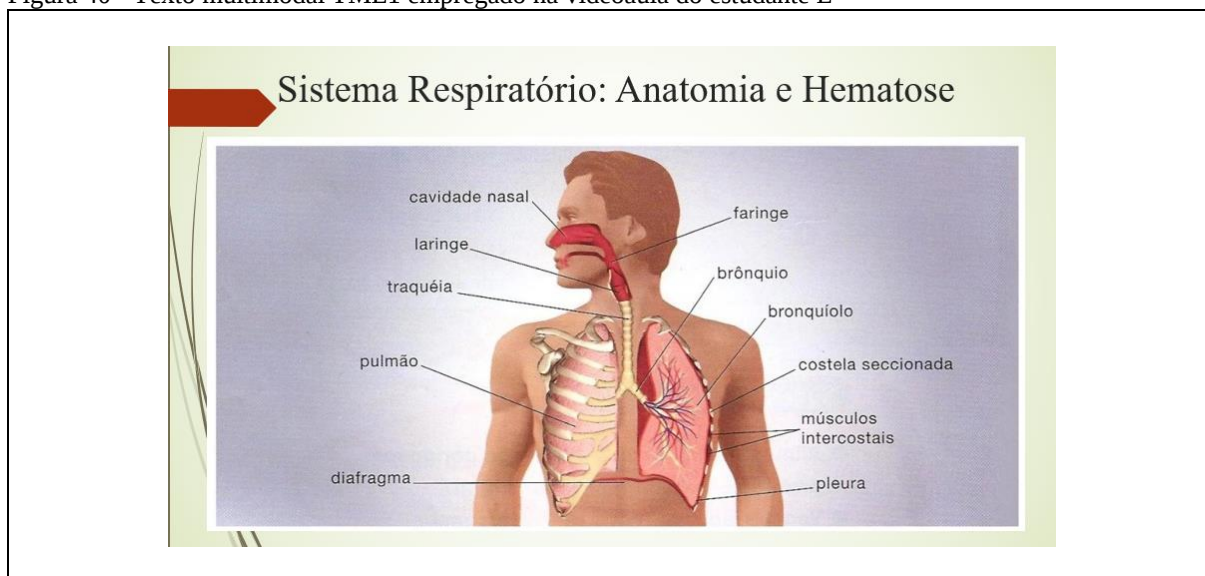
No primeiro TML o sistema respiratório é anunciado através do título e na imagem cada *participante* é identificado a partir de uma etiqueta verbal nominativa. A apresentação está

³⁹ Uma análise semiótica multimodal sobre esta videoaula, considerando os modos semióticos: gesto, imagens, escrita e fala foi apresentada no XI ENPEC sob o título “Aspectos multimodais presentes em videoaula sobre respiração humana”, evento realizado em Florianópolis, no ano de 2017.

bastante completa: todos os órgãos e as estruturas do sistema respiratório são identificadas, com exceção dos alvéolos (o que é compreensível por conta da escala da representação). No título também há o nome hematose, mas este processo não consta na imagem do TM1.

A função que a imagem exerce e que é reforçada pelos componentes verbais – pois o título nomeia o *Carrier* e as etiquetas verbais nomeiam os seus atributos – é a *função representacional conceitual analítica*: o *carrier* é o sistema respiratório e seus *atributos possessivos* são os órgãos e estruturas apresentadas visual e verbalmente.

Figura 40 - Texto multimodal TML1 empregado na videoaula do estudante L



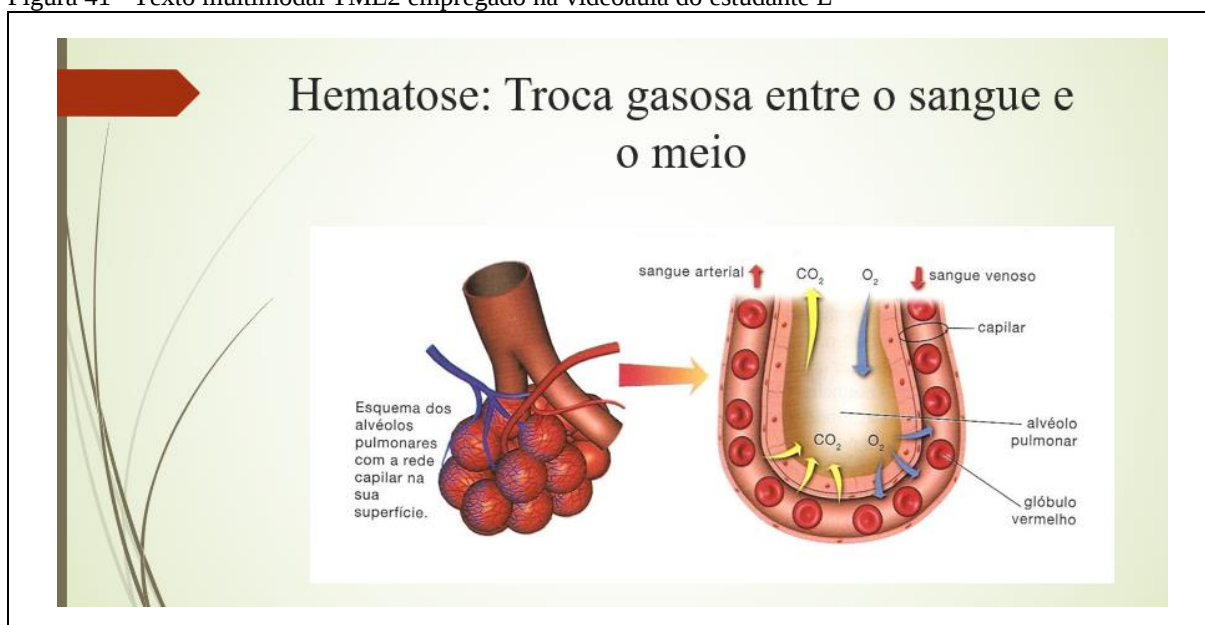
Fonte: videoaula do estudante L

O sistema respiratório encontra-se em um enquadramento conectado com a parte superior do corpo humano, mas o restante do corpo é omitido. A saliência é provocada pelo uso de uma cor mais clara ao redor do corpo, como se o iluminasse. Este recurso também proporciona uma melhor leitura das etiquetas verbais.

4.2.3.2 Análise do Texto Multimodal TML2

O TML2 é composto por título, imagens, vetores e etiquetas verbais, a existência destes elementos conjugados amplia a possibilidade de comunicação da mensagem que se quer veicular. No título há a identificação do processo de hematose e sua definição. O tamanho da fonte empregada no título é muito maior que as demais fontes presentes, o que provoca o destaque em saliência desta informação que também funciona como indicação do objetivo do TML2: discutir sobre a hematose.

Figura 41 - Texto multimodal TML2 empregado na videoaula do estudante L



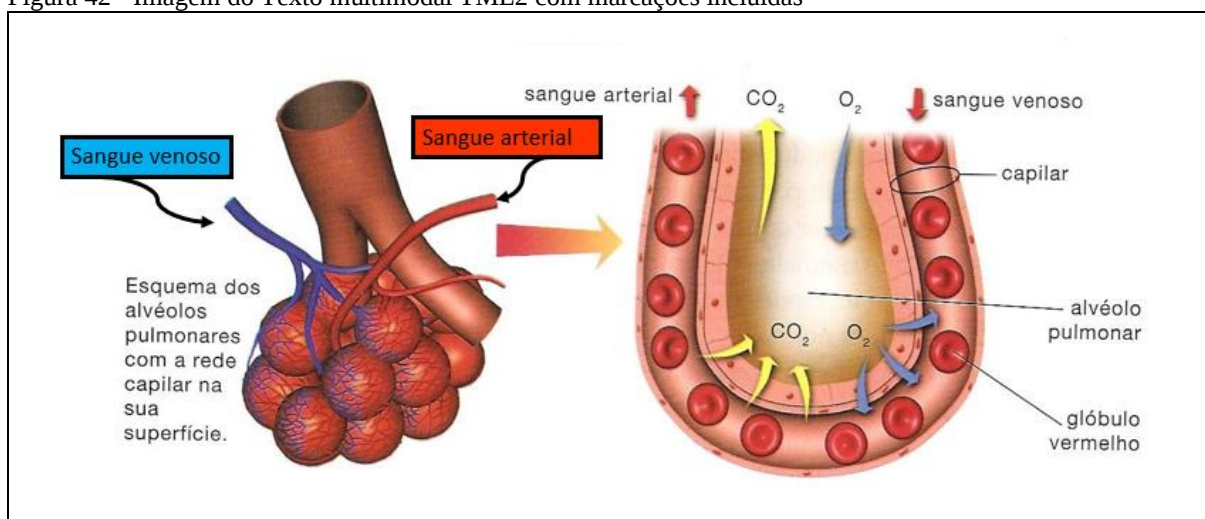
Fonte: videoaula do estudante L

A imagem do TML2 está desconectada do sistema respiratório, não só porque não há menção sobre o mesmo, mas sobretudo porque os alvéolos não foram indicados no TML1. Neste sentido, a existência dos alvéolos surge de forma desconectada à discussão iniciada no TM anterior, não há uma sequência entre os dois TM.

A imagem do TML2 é composta por duas figuras conectadas através de vetor (seta em *dégradé*) que deveria indicar o efeito de ampliação (*zoom*) mas não o faz com precisão, pois a seta não indica qual o *participante* que está sendo ampliado, nem mesmo indica que há uma ampliação. A leitura das etiquetas verbais é que facilitará a compreensão de que a segunda figura é uma ampliação do alvéolo pulmonar, por isto, a sua importância não apenas com a função nominativa, mas neste contexto, explicativa.

A posição em que os vasos sanguíneos se apresentam ao compararmos as duas figuras da imagem do TML2 pode induzir ao erro. Na primeira figura, o sangue venoso (convencionalmente representado pela cor azul) circula nos vasos à direita do alvéolo e o sangue arterial (convencionalmente representado pela cor vermelha) circula nos vasos à esquerda do alvéolo, na “rede de capilares” como se lê na etiqueta verbal, no entanto, na segunda figura esta posição está invertida: no lado direito do alvéolo o sangue arterial segue o fluxo para os pulmões e no lado esquerdo alvéolo o sangue venoso penetra o capilar. A figura 42 destaca este fato:

Figura 42 - Imagem do Texto multimodal TML2 com marcações incluídas



Fonte: videoaula do estudante L

A inversão da primeira figura através do recurso de “espelhamento de imagens”, a inclusão de etiquetas verbais e o uso de seta azul para o sangue venoso e seta vermelha para o sangue arterial (como indica a convenção da área) reduziria a possibilidade de indução ao erro.

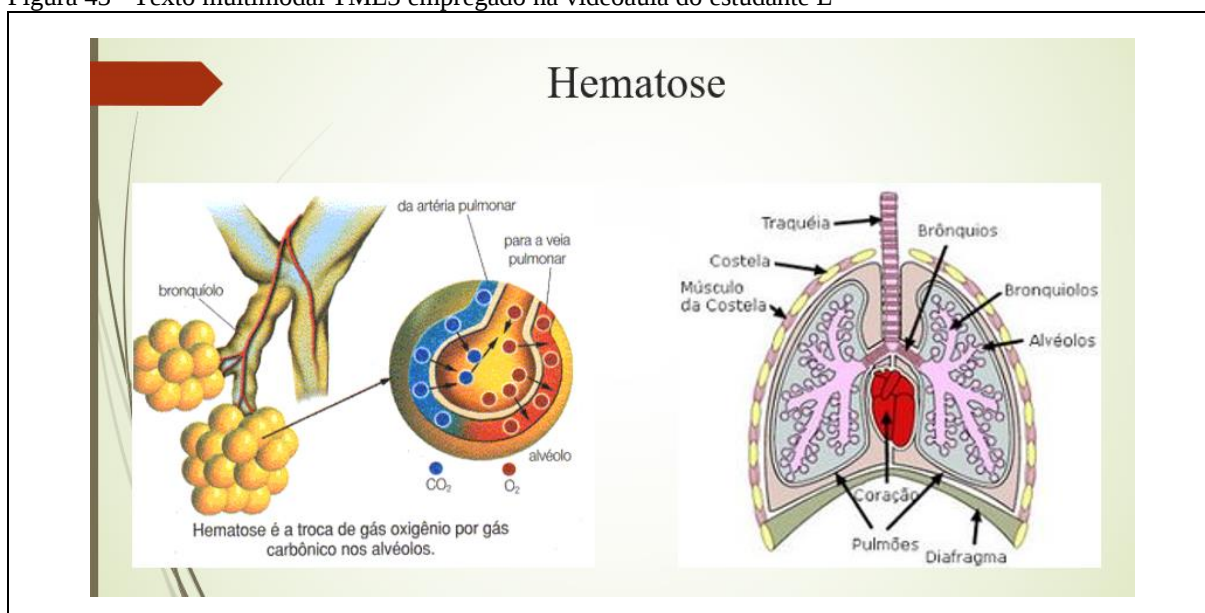
4.2.3.3 Análise do Texto Multimodal TML3

O TML3 configura-se como uma retomada dos dois primeiros TML para a conclusão da aula, este objetivo justificaria a repetição das imagens sobre hematose e sobre o sistema respiratório que observamos neste TML.

Observa-se a existência de duas figuras apresentadas lado a lado sob o mesmo título “hematose”, mas apenas a primeira trata deste conteúdo. Não há ligação visual entre as duas figuras, esta ligação será constituída a partir das etiquetas verbais que indicam: “alvéolo” e “bronquíolo” que estão presentes em ambas. A primeira desempenha a *função representacional narrativa* e a segunda representa a *função representacional conceitual* do tipo *analítica*.

Na primeira figura há a indicação de ampliação (*zoom*) a partir de um vetor que liga duas esferas de cor amarela (representando os alvéolos). Nesta figura, a noção de ampliação está clara, neste sentido, o objetivo de empregar este TML3 para concluir a aula pode contribuir para o esclarecimento das dúvidas que o TML2 eventualmente provoque, apesar de carecer de vetores indicando o fluxo sanguíneo no capilar ampliado; e também a entrada e saída de gases através do bronquíolo.

Figura 43 - Texto multimodal TML3 empregado na videoaula do estudante L



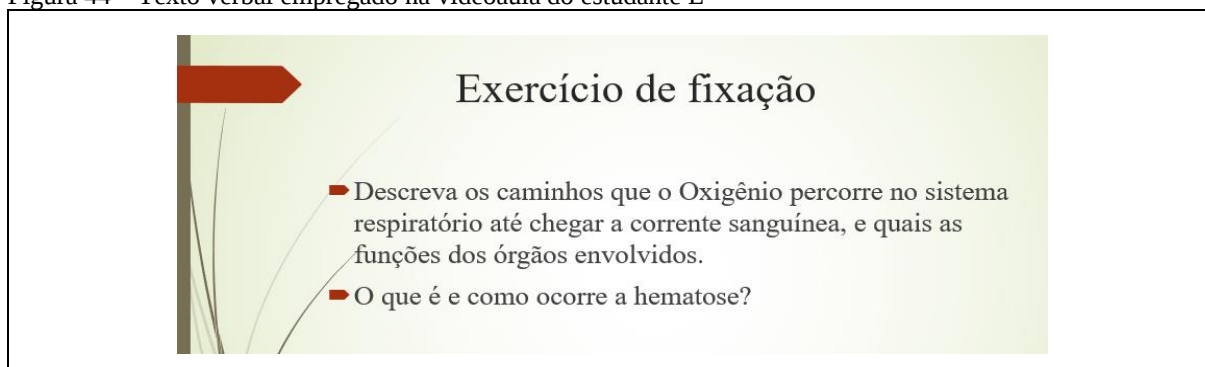
Fonte: videoaula do estudante L

Na segunda figura é novamente retratado o sistema respiratório a partir de uma imagem sem vetores para indicar a passagem do ar e com cores mais artificiais como o lilás e o verde. Nesta imagem há a inclusão da representação do coração, que não foi representado no TML1, mas que desempenha importante função no processo respiratório.

Texto verbal do slide 6

No *slide* final são apresentadas duas perguntas para serem respondidas pelos estudantes, sob o título “Exercício de fixação”. A primeira pergunta pressupõe que sejam elencados os órgãos e estruturas tratadas no TML1 e resgatas no TML3. No entanto, a partir da leitura destes dois TML não será possível constituir esta resposta, pois não há indicação verbal ou visual sobre “os caminhos que o oxigênio percorre no sistema respiratório”, não há vetores que indicam esta passagem e também não há etiquetas verbais, títulos ou legendas com esta finalidade.

Figura 44 – Texto verbal empregado na videoaula do estudante L



Fonte: videoaula do estudante L

A primeira parte da segunda pergunta é respondida diretamente a partir do título do TML2 e etiqueta verbal do TML3. A segunda parte não está claramente indicada nos TML, precisaria da mediação da fala do professor.

4.2.3.4 Entrevista sobre a Produção da Videoaula – Estudante L

A partir do desafio da produção da videoaula sobre a respiração pulmonar humana, o estudante L sentiu a necessidade de aprofundar o estudo sobre o tema: “ler realmente sobre, pois eu não dominava o assunto. Também pensei em usar muitas imagens e vídeos mostrando como se dá todos os processos envolvidos no assunto dado”. Os critérios que empregou para a escolha das imagens foi por considerá-las “mais completas” para o objetivo da aula e de “fácil compreensão, simples entendimento, o que ajudaria na assimilação do conteúdo por parte dos alunos”. O estudante considera que as imagens foram suficientes para o objetivo da aula, mas pondera que “dava *pra* utilizar mais imagens, inclusive vídeos”. Por fim, sobre a importância do uso de imagens para o ensino, o estudante L considera que “muitas vezes o ensino fica só na linguagem verbal, o que é cansativo, tanto para o aluno, quanto para o professor. Além disso, muitos conteúdos são abstratos, o que dificulta o entendimento do aluno” e o uso de imagens poderia contribuir para transformar os conteúdos em algo palpável, concreto para o aluno, “fazendo com que o assunto fique mais entendível e familiarizado”.

4.2.3.5 Conclusões

Para a videoaula do estudante L foi empregado um número mínimo de TM para atender ao objetivo de explicar “O sistema respiratório: anatomia e hematose” para turmas do ensino fundamental 2. De fato, as imagens empregadas nos TM trataram destes dois temas: a anatomia e a hematose. Em sua entrevista o estudante discute o número de imagens empregadas. Apesar do uso de poucos TM, os dois primeiros deveriam funcionar como sequenciais, mas isto não ocorre: a representação da hematose no TML2 parece não fazer parte do mesmo sistema respiratório representado no TML1 visto que este não apresenta os alvéolos pulmonares em sua constituição e o TML2 parte, portanto, de um conhecimento que não foi proporcionado anteriormente na aula, ao menos através do TM projetado.

O emprego de títulos nos TM foi importante para conduzir a discussão referente aos TM e aos *slides* projetados. Ao mesmo tempo, as questões propostas ao final da videoaula nos levam à reflexão se os TM produzidos realmente conseguiram atingir os objetivos propostos.

Figura 45 - Imagem da videoaula do estudante L



Fonte: videoaula do estudante L

4.2.4 Análise do Conjunto de Textos Multimodais Y

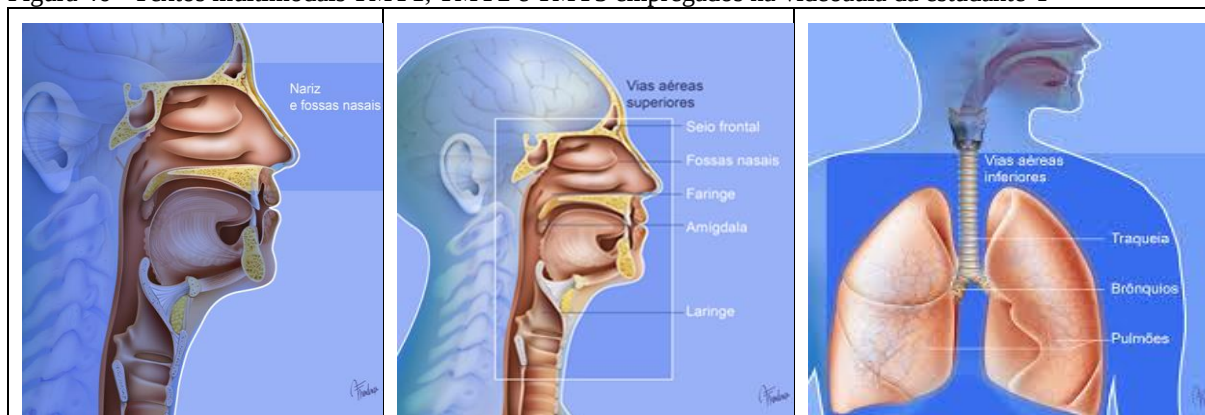
Para composição de sua videoaula sobre a Respiração Pulmonar Humana, a estudante Y elaborou sete *slides*. Em cada *slide* há um texto multimodal (TM) constituído por uma imagem colorida que ocupa todo o espaço e etiquetas verbais. Estes textos multimodais não apresentaram títulos, corpo de texto ou legendas. Não houve *slide* de apresentação, conclusão ou de referências bibliográficas. Segundo a estudante Y, esta videoaula foi dirigida para estudantes do Ensino Médio. Os TM serão analisados na sequência e serão nominados de TMY1, TMY2 e assim, sucessivamente, para identificar a autoria da estudante Y. O tempo de duração da videoaula foi de 12min:25s.

4.2.4.1 Análise dos Textos Multimodais TMY1, TMY2 e TMY3

Estes três TM (figura 46) apresentados de forma sequencial demonstram os órgãos e as estruturas que compõem o sistema respiratório, denominados *participantes*. Os três TM são constituídos por imagens com *funções representacionais conceituais*, que segundo Kress e van Leeuwen (2006) podem assumir um caráter classificatório, analítico ou simbólico. Neste caso, as três imagens são representacionais conceituais analíticas, pois os *participantes* mantêm entre si uma relação de parte-todo e estão estáticos dentro de uma estrutura que não representa

movimento, pois não há vetores (setas). As linhas existentes não demonstram movimento ou processo, sua função é ligar a etiqueta verbal ao *participante* que nomeia. Em cada TM há etiquetas verbais que não são ligadas aos *participantes* e atuam como indicação do “todo” ou *Carrier (Portador)* enquanto as demais etiquetas indicam as “partes” ou *atributos possessivos* deste todo (no TMY2 inclusive, a etiqueta que indica o *Carrier* possui cor diferenciada).

Figura 46 - Textos multimodais TMY1, TMY2 e TMY3 empregados na videoaula da estudante Y



Fonte: videoaula da estudante Y

Estes três TM apresentados de forma sequencial demonstram os órgãos e as estruturas que compõem o sistema respiratório, denominados *participantes*.

No que se refere à *função interacional*, observa-se a sequência de uso dos três tipos de distância social: o plano fechado no TMY1, o plano médio no TMY2 e o plano aberto no TMY3, no sentido de um movimento de ampliação do foco da imagem, que reforça a unidade entre os três TM.

A sequência do trajeto percorrido pelo ar inspirado está destacada por conta da *saliência*, que os recortes retangulares evidenciam através da tonificação das cores das imagens. A *saliência* é considerada pela Gramática do *Design Visual* como um procedimento da *função composicional* para enaltecer qualidades ou destacar os *participantes* principais de um discurso. Assim, os retângulos vão demonstrando esta sequência das estruturas percorridas; embora os *participantes* do TM1 estejam inseridos no TM2, constata-se que a intenção de Y ao empregar estas imagens foi destacar uma sequência. As etiquetas verbais colaboram com este efeito de *saliência* pois estão presentes apenas nos recortes, indicando os nomes dos *participantes* que nelas estão inseridos.

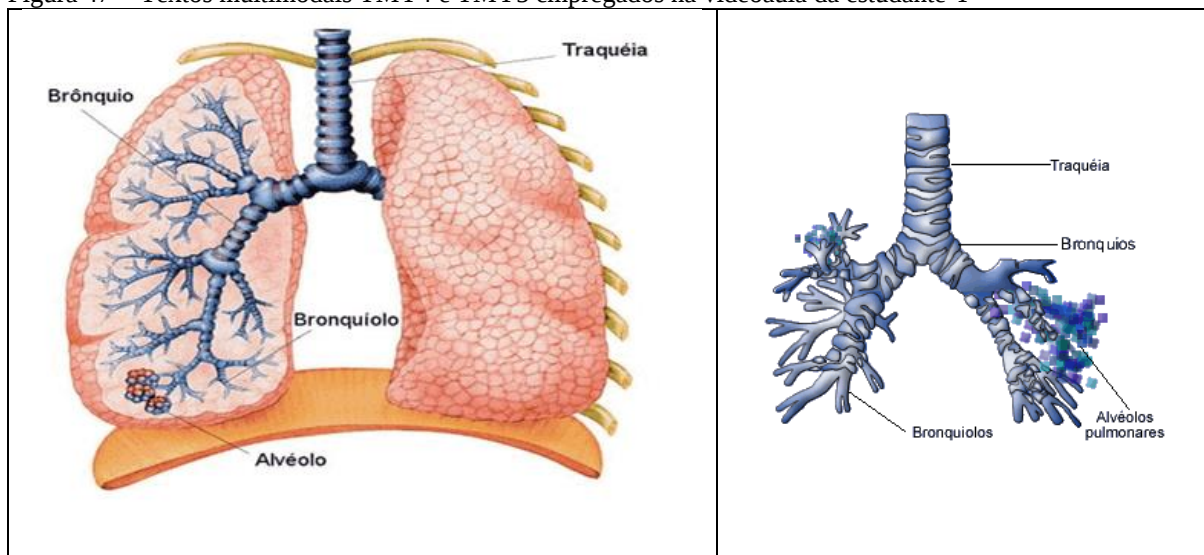
A cor azul no fundo da imagem poderia ser lida como o céu, implicando que o humano estaria no meio externo, respirando, mas ao empregar a mesma cor na imagem do humano, perde este

sentido. A cor azul, no entanto, dá uma identidade de conjunto aos três TM e a saliência proporcionada por diferentes tons de azul indicam uma sequenciação.

4.2.4.2 Análise dos Textos Multimodais TMY4 e TMY5

Os TMY4 e TMY5 (figura 47), assim como os três anteriores, desempenham a função representacional conceitual analítica, porém, o *Carrier* que seria o sistema respiratório não é nomeado (poderia ter sido nomeado através de um título ou de uma etiqueta verbal), assim, a função parte-todo fica subentendida, por conta de uma memória que a escolarização constrói nas situações de ensino em que as mesmas imagens estáticas do sistema respiratório, como estas, se repetem nos materiais didáticos. As etiquetas verbais não atingem todos os *participantes* do TMY4, assim, as representações das costelas, dos pulmões e do diafragma não são nomeadas.

Figura 47 - Textos multimodais TMY4 e TMY5 empregados na videoaula da estudante Y



Fonte: videoaula da estudante Y

Comparadas às imagens dos TMY anteriores, as imagens dos TMY4 e TMY5 possuem um enquadramento do tipo *desconectado* que poderá provocar a compreensão de que o sistema respiratório representado está “fora do corpo” (na imagem do TMY4 os pulmões parecem estar sobre uma mesa!). Nos TMY 1, 2 e 3 o enquadramento é do tipo *conectado*, pois a imagem do sistema respiratório é mostrada dentro do contorno do corpo humano, proporcionando o sentido de integração ao corpo, o que não ocorre ao ler as imagens da figura 47. A imagem do TMY4

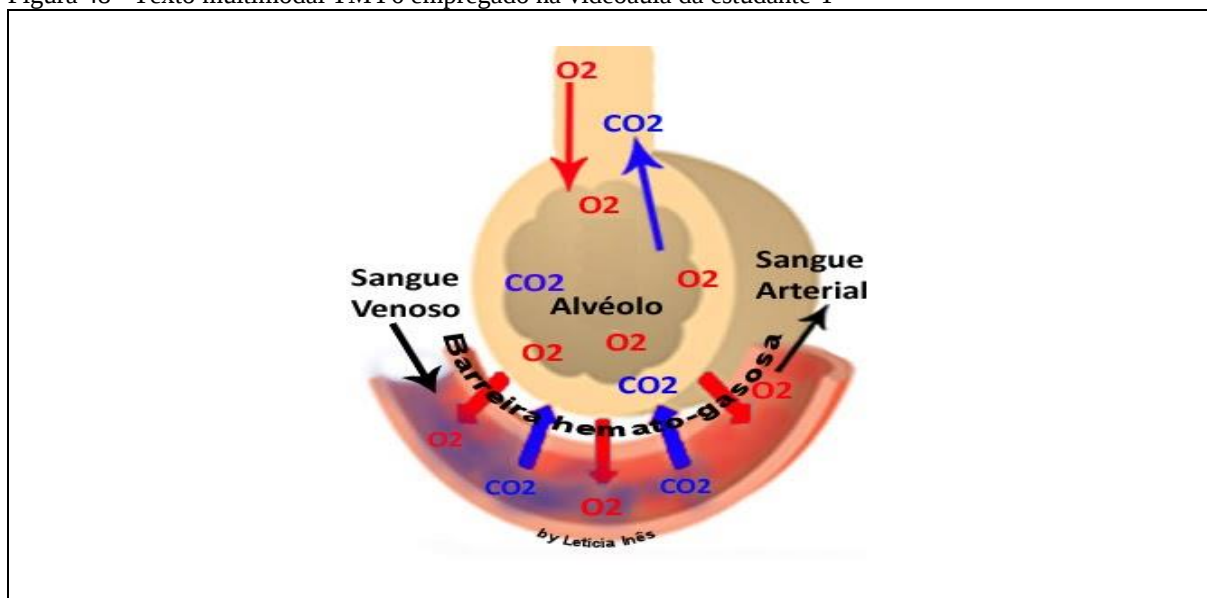
é a mesma empregada pela estudante B no TMB2, mas com um recorte ampliado do saco alveolar.

O TMY5 não acrescenta informações sobre o que o TMY4 já informa. A apresentação destes *participantes* de forma isolada e com a mesma escala configura-se como uma repetição. Mais uma vez, a “escolarização das imagens” parece ter provocado o uso de uma imagem já convencional: uma imagem em *zoom* dos alvéolos seria o objetivo da sequência, mas esta imagem não consegue contemplar este propósito e apenas repete a informação do TMY anterior.

4.2.4.3 Análise do Texto Multimodal TMY6

O TMY6 (figura 48) apresenta a imagem com o *zoom* do alvéolo, seguindo a sequência convencional pela escolarização. Observamos que há setas de diferentes cores, identificando o movimento de três elementos específicos, cada um representado por uma cor. Estas setas provocam a interpretação de movimento dos *participantes* gás oxigênio, gás carbônico e sangue, configurando a *função representacional narrativa da imagem*.

Figura 48 - Texto multimodal TMY6 empregado na videoaula da estudante Y



Fonte: videoaula da estudante Y

As setas e as etiquetas verbais combinam-se e possuem as mesmas cores, facilitando a compreensão dos movimentos que estes *participantes* estabelecem no processo da hematose. Observa-se também a intenção de demonstrar, através da graduação de cores em que o azul se

transforma em vermelho, dentro do capilar sanguíneo, que o sangue venoso “transforma-se” em sangue arterial após a entrada do gás oxigênio e a saída do gás carbônico, nesta troca evidenciada pelas setas vermelhas “entrando” e as setas azuis “saindo” do capilar. O capilar, por sua vez, não está identificado.

Mais uma vez não há título. Não há escala, ou seja, não há identificação de que o alvéolo teve sua imagem ampliada muitas vezes e, portanto, na apresentação em *slide*, o alvéolo aparenta ter o mesmo tamanho dos pulmões. Sua *função composicional* possui um *enquadramento desconectado*, não há evidências da ligação realizada pelo alvéolo no ligamento superior apresentado ou da ligação do capilar sanguíneo a partir de suas extremidades.

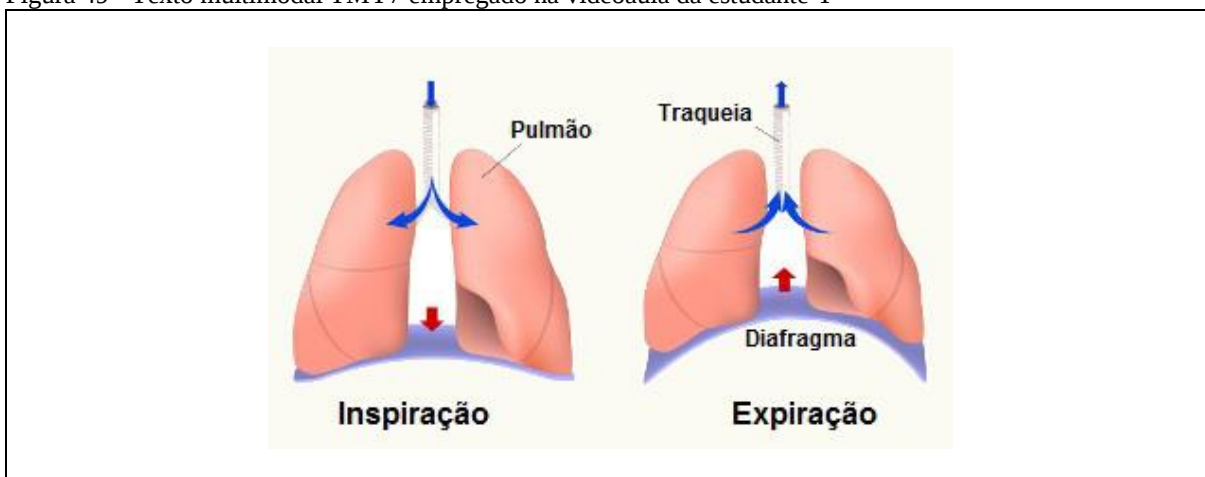
Este TMY6 representa o processo de hematose e a presença de vetores (setas coloridas) reforçam esta compreensão. No entanto, muitos conhecimentos importantes poderiam estar compondo este TM, sendo através do uso de outras imagens (por exemplo, a indicação de que este é o zoom de uma imagem) ou através de legendas explicativas das etapas do processo e título contendo a nome “hematose”.

4.2.4.4 Análise do Texto Multimodal TMY7

O TMY7 (figura 49), assim como o TMY6 (figura 48) possui imagem com *função representacional narrativa*. São empregadas setas no TMY7 que indicam o processo de entrada e saída do ar (setas azuis) e indicam o movimento do diafragma (setas vermelhas). A coloração das setas não segue o padrão das setas empregadas no TM anterior, o que poderá provocar incompreensões.

As etiquetas verbais em destaque indicam o que o *carrier* é formado pelos movimentos de Inspiração e Expiração. Os *participantes* nominados através de etiquetas verbais se resumem ao pulmão, à traqueia e ao diafragma, pois os demais *participantes* já foram apresentados nos TM anteriores e neste o objetivo é destacar os movimentos respiratórios, por isto, a ênfase em poucos órgãos.

Figura 49 - Texto multimodal TMY7 empregado na videoaula da estudante Y



Fonte: videoaula da estudante Y

Apresentados através de um enquadramento desconectado, a Saliência está sobre o diafragma em cor azul e as setas azuis e vermelhas. Ou seja, são as cores que destacam o que se quer evidenciar neste TM, mesmo existindo uma etiqueta verbal em negrito.

Este último TMY, acrescenta ao conjunto de TMY os conhecimentos sobre os movimentos respiratórios, e pressupõe a apreensão de conhecimentos anteriores sobre os demais órgãos e estruturas relacionados ao sistema respiratório, no entanto, não segue um mesmo padrão de coloração das setas do TMY anterior. Ou seja, em alguns aspectos o último TMY evidencia uma continuidade e visão de conjunto e em outros aspectos, não.

4.2.4.5 Entrevista sobre a Produção da Videoaula – Estudante Y

Em entrevista sobre a produção da videoaula, a estudante Y afirmou que considerou a proposta de videoaula interessante e que sua primeira ação foi “procurar sobre o assunto na internet”. Explicou que escolheu estas imagens porque: “achei que elas estavam representando bem os órgãos do sistema respiratório”. Ao ser questionada sobre se as imagens escolhidas foram suficientes para o objetivo da aula, a estudante Y ponderou: “achei que faltou uma imagem geral dos órgãos do sistema respiratório no final, para concluir”. Para esta estudante, “a utilização de imagens é importante na sala de aula porque ela representa o que o assunto está tratando de forma mais concreta e mais real possível”.

4.2.4.6 Conclusão sobre Conjunto dos TMY

A sequência de TM utilizados pela estudante Y segue o padrão comumente estabelecido nos materiais didáticos empregados durante a escolarização e já discutidos neste trabalho. É um padrão que se repete quase automaticamente: segue um ordenamento que parte da apresentação estática dos órgãos e estruturas envolvidas no processo respiratório e chega até a apresentação do processo mais interno, ou seja, do macro ao micro, e depois, como complemento, aparece a discussão sobre os movimentos respiratórios.

Na entrevista realizada, observa-se que o objetivo da escolha das imagens estava relacionado à representação dos órgãos do sistema respiratório (citado por duas vezes) em restrição aos processos envolvidos. Este fato pode explicar a escolha de um maior número de imagens conceituais (cinco primeiras imagens) e um menor emprego de imagens narrativas (duas últimas imagens) mesmo se tratando de um conteúdo que explora um processo, o processo respiratório.

Figura 50 - Imagens da videoaula da estudante Y



Fonte: dados da pesquisa

As linguagens verbal e visual que compõem os TMY mantêm uma relação de ilustração: a imagem ilustra o conteúdo da etiqueta verbal, os conteúdos são iguais, apenas se duplicam. A imagem não é empregada para ampliar conhecimentos ao que a etiqueta verbal indica, e nem a etiqueta verbal potencializa o que a imagem mostra. O emprego de legendas ou corpo de texto integrado à imagem poderia estabelecer outros tipos de relações com a imagem, em que os conhecimentos pudessem ser melhor explorados e aprofundados.

4.2.5 *Análise comparativa dos textos multimodais (TM) utilizados pelos estudantes nas videoaulas*

A Gramática do *Design Visual* é um referencial teórico e analítico para o estudo das relações estabelecidas entre os *participantes representados* e os *participantes interativos* dos textos

multimodais. No presente estudo, este referencial tem sido empregado para o estudo dos modos semióticos visual e verbal escrito presentes na constituição de textos multimodais relacionados ao ensino sobre respiração pulmonar humana.

A análise dos textos multimodais elaborados pelos estudantes do Grupo Colaborativo para a produção de videoaula sobre a respiração pulmonar humana evidenciou importantes preceitos que devem ser observados na produção de textos multimodais sobre este tema.

Os dados quantitativos das videoaulas produzidas, como o tempo de duração e a quantidade de textos multimodais e textos verbais podem ser observados na tabela 1 apresentada anteriormente na metodologia.

Estes dados quantitativos evidenciam a predominância de textos multimodais em que foram empregadas imagens em associação com textos verbais para a construção de significados. A presença de textos multimodais para o ensino de ciências é uma constante, mas esta presença necessita ser cada vez mais qualificada. Os dados qualitativos analisados e elencados a seguir apontam outras evidências também importantes.

Para a análise comparativa dos textos multimodais produzidos pelos estudantes do GC alguns avanços e algumas limitações relacionados a elementos como: repetição de imagens, empregos de legendas e títulos, inclusão de temas, ausência de continuísmo entre os TM foram elencados. No quadro 5 apresentamos os elementos mais gerais que emergiram das análises apresentadas na seção anterior sobre os TM produzidos e utilizados pelos estudantes do GC em videoaula.

Na leitura do quadro a seguir observamos que alguns elementos se repetem nos diferentes conjuntos de TM que os estudantes elaboraram. De uma forma geral, a parceria entre os dois modos de linguagem foi pouco explorada pelos estudantes visto que nenhum TM possui legendas, nenhum TM possui corpo de texto e apenas a metade deles possui títulos. Estes três tipos de elementos verbais precisariam ter sido incluídos pelos produtores do TM, diferentemente das etiquetas verbais que já se encontram compondo as imagens que são copiadas da internet.

Quadro 6 - Elementos evidenciados na análise dos TM utilizados nas videoaulas

Textos Multimodais	Avaliação	Estrutura Representacional	Conteúdo Conceitual
TMB	Avanços	Emprego de números para indicar o fluxo do movimento.	Inclusão dos elementos químicos envolvidos no processo; Apresentação do tema e subtema da aula;

			Relação com o sistema circulatório.
	Limitações	Repetição de imagem; A seta indicando a ampliação não deixa claro o efeito de zoom (TMB4); TMB5 setas com a mesma cor para funções diferentes; Enquadramento desconectado; Sem legendas.	Prejudicado por conta da imagem empregada (TMB5).
TMJ	Avanços	Uso de um mesmo fundo colorido, unificando a apresentação; Uso de títulos; Adaptação e inclusão de vetores.	Inclusão do bulbo.
	Limitações	Repetição de imagem; Sem legendas; Enquadramento desconectado; Composição desconectada (entre imagens no mesmo TM).	Prejudicado no TM com imagens desconectadas.
TML	Avanços	Emprego de títulos; Apresentação de questões ao final; Uso de um mesmo fundo colorido, unificando a apresentação.	Apresentação do tema da aula.
	Limitações	Número limitado de imagens: sistema respiratório e hematose; A seta indicando a ampliação não deixa claro o efeito de zoom (TML2); Enquadramento desconectado; Sem legendas.	Alvéolo não apresentado no TML1 e discutido no TML2; Repetição de temas.
TMY	Avanços	Uso de três TM de uma mesma origem, promovendo continuidade de padrão de representação; Gradiente de cores entre o azul e o vermelho para indicar a mudança na composição do sangue do capilar.	Facilitado na imagem com <i>função narrativa</i> (TMY6).
	Limitações	Sem títulos; Ausência de padrão de cores das setas (TMY7); Sem legendas; Enquadramento desconectado.	Prejudicado pela ausência de padrão das setas (TMY7).

Fonte: dados da pesquisa.

Outro fator importante é considerar como as imagens que os futuros professores empregaram nas videoaulas fazem parte de uma herança de todo o processo de escolarização por eles vivenciado (FREITAS, 2002). Como discutido anteriormente, o TM é composto por imagens e textos verbais integrados a partir de uma intencionalidade do seu produtor: o professor escolhe utilizar uma determinada imagem pesquisada dentro de sua explicação, depois ele escolhe outra imagem para desenhar no quadro, dentro de uma pluralidade de opções, não são escolhas aleatórias. As imagens empregadas para a explicação dos estudantes do GC em sala de aula são escolhas e são pautadas em um repertório que é do sujeito, mas que também são influenciadas

por suas experiências formativas e pelo repertório de imagens próprio da área de conhecimentos na qual atua. Neste sentido, levados a construir ou escolher imagens para o ensino, estes futuros professores estão revelando “heranças de codificações” e também as “regras que regem as formações discursivas características” de sua área de conhecimentos (FREITAS, 2002, p.22) e o TM produzido/utilizado será composto por signos motivados – pela sua história e pela sua intencionalidade – sendo melhor compreendido quanto mais inserido o espectador da videoaula estiver nesta mesma área de conhecimentos.

4.2.6 Conclusão: elementos evidenciados na análise comparativa entre os quatro conjuntos de TM

Para a produção dos textos multimodais que foram empregados nas videoaulas os estudantes utilizaram imagens disponíveis na internet e definiram um tema a partir da indicação de que deveriam tratar sobre a respiração humana. Os níveis de ensino do público-alvo foram definidos por cada estudante do GC, e o tempo de aula não foi previamente definido.

Neste momento do desenvolvimento da pesquisa estes estudantes ainda não haviam sido expostos aos conhecimentos da GDV, assim, suas escolhas para os componentes verbais e visuais dos TM produzidos seguiram critérios próprios da experiência de cada um e das pesquisas realizadas para esta produção.

As análises apresentadas sobre cada conjunto de TM produzido pelos estudantes do grupo colaborativo possibilitaram a reflexão sobre algumas limitações na construção de textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana que podem ser superadas através de um processo fundamentado em conhecimentos que qualifique positivamente esta produção, como a GDV. Estas limitações são analisadas abaixo:

1. A limitação das imagens retiradas da internet e aplicadas sem uma avaliação prévia em *slides* para aulas. É uma prática recorrente nos diferentes níveis de ensino o professor julgar não ter tempo e habilidades para a elaboração de imagens e copiar da internet. Mas esta busca precisa ser guiada por alguns critérios que possibilitem que as imagens possam ser adaptadas para alcançar o objetivo proposto pelo professor, que pode ser diferente do objetivo do produtor da imagem que a veiculou na internet. Por exemplo, os TMY6 e TMY7 não seguiram um padrão no uso de cores das setas, e modificar a cor

de uma seta é uma adaptação possível de ser realizada ou a busca por outra imagem que utilize o mesmo padrão de cores para as setas.

2. A sequência convencional de imagens. Ao que parece, baseia-se em uma memória construída na escolarização (como sugerem os dados da análise sobre os TM divulgados nos LD). Os professores escolhem as imagens em uma sequência que já é convencional e mesmo que haja erros, que a linguagem verbal ou visual não estejam claras ou existam repetições, não consideram que isto pode ser um obstáculo para a compreensão da mensagem.
3. Quando o efeito zoom não funciona (como ocorreu nos TMB e TML) é o efeito das etiquetas verbais que complementam o significado. Este efeito de sentido é a proposta de um texto multimodal.
4. A conexão entre dois TM sequenciais. O que parece ser um pequeno detalhe pode ser a perda de um todo significativo, que é o que se espera com o uso de textos multimodais: a unidade significativa entre os elementos de sua composição e a unidade significativa entre os TM de uma mesma aula. Esta continuidade evita que imagens e descrições sejam repetidas, mas que possam ser apreciadas de forma mais aprofundada, como ocorre quando em um primeiro TM é apresentada a estrutura do sistema respiratório e no segundo TM é aprofunda-se esta exposição, discutindo as imagens a partir de um efeito de ampliação. No conjunto de TM produzido pelo estudante L, apesar do uso de poucos TM, os dois primeiros deveriam funcionar como sequenciais, mas isto não ocorre: a representação da hematose no TML2 parece não fazer parte do mesmo sistema respiratório representado no TML1 visto que este não apresenta os alvéolos pulmonares em sua constituição. Por isto que a produção de TM para o ensino é tão importante, através dele o professor pode operar os pequenos ajustes que provocam grandes ganhos conceituais.
5. Uso da linguagem verbal em formatos pouco diversificados. Na elaboração de TM para veiculação através do meio *slide* a tendência observada foi de maior emprego de imagens e reduzido emprego de linguagem verbal. Quando empregada, a linguagem verbal esteve restrita ao formato título ou etiquetas verbais.
6. Enquadramento desconectado das imagens. A compreensão do corpo como um sistema integrado fica prejudicada quando as imagens empregadas nos TM estão em enquadramentos desconectados: o sistema respiratório desconectado do corpo; o alvéolo desconectado do pulmão, entre outros. A linguagem verbal pode ser a forma através da qual esta ideia pode ser resgatada no TM, ao incorporar as informações que a imagem

não conseguiu alcançar visualmente. Assim, cada linguagem contribui para o significado unificado do TM.

4.3 Exame da análise produzida pelo grupo colaborativo sobre TM relativos ao sistema respiratório e à hematose empregados nas videoaulas

Após a produção das videoaulas, o Grupo Colaborativo foi convidado a analisar estes vídeos a partir do referencial da Gramática do *Design Visual* (KRESS e van LEEUWEN, 2006)⁴⁰ e nos encontros posteriores foi convidado a analisar os TM utilizados nestas videoaulas, tendo como base referencial para a análise a Gramática do *Design Visual*. Foi sugerido ao GC a escolha dos TM que envolviam imagens comuns em todas as apresentações e assim, foram escolhidos os TM com as imagens do sistema respiratório (TMB1, TMJ4, TML1 e TMY3) e os TM com as imagens da hematose⁴¹ (TMB4, TMJ12, TML2 e TMY6).

Figura 51 - Registros dos encontros para análise das imagens utilizadas nos TM produzidos pelos estudantes do GC sobre o sistema respiratório e a hematose



Fonte: dados da pesquisa.

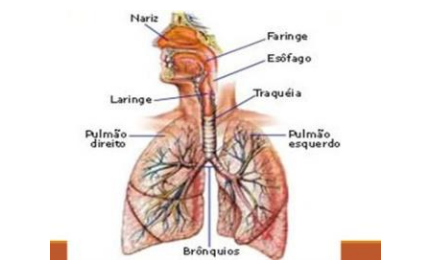
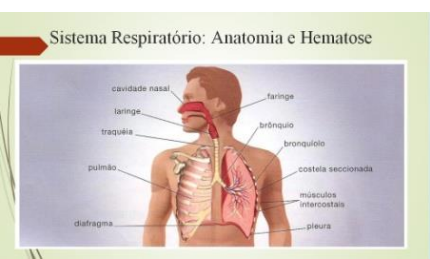
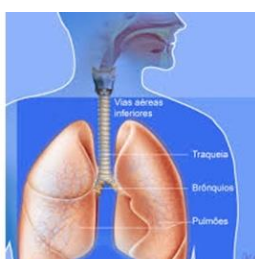
4.3.1 Textos Multimodais sobre o sistema respiratório

Os estudantes concordaram que todas as imagens presentes nos TM selecionados desempenham a *função conceitual analítica* pois “apresentam os *participantes* em termo de estrutura, numa relação de parte e todo, sendo os órgãos as partes e o sistema respiratório em si, o todo” (estudante L). Destacam que não há “direcionalidade dos gases” (estudante L) e que por isto a *função narrativa* fica prejudicada.

⁴⁰ Como os estudantes do GC também realizaram análises destas videoaulas (nos encontros dos dias 08/09/16; 15/09/16; e 29/09/16) englobando a fala, os gestos e uso de analogias além dos TM, estas análises foram realizadas de forma colaborativa. Em cada encontro foram exibidos os vídeos e na sequência foram realizadas as análises debatendo com os produtores e revendo a gravação quando necessário.

⁴¹ A análise dos TM utilizados nas videoaulas foi realizada nos encontros dos dias 13/10/16; 20/10/16 e 03/11/16.

Figura 52 - TM produzidos pelos estudantes do GC sobre o sistema respiratório

TMB1		TMJ4	
TML1		TMY3	

Fonte: videoaulas dos estudantes do Grupo Colaborativo

Sobre a conexão entre o sistema respiratório e o corpo, para o estudante J, a “única imagem que apresenta o sistema respiratório dentro do contexto do corpo” é a imagem do TML1, mas ainda há a limitação das imagens só apresentarem o tórax e não o corpo inteiro.

A imagem do TMY3 foi considerada a mais “irreal” pois “parece um desenho pintado” (estudante J). Nesta discussão o estudante L pondera que é preciso sempre informar aos alunos que estes são modelos da realidade.

Sobre o TMJ4 foi observado pelos estudantes que precisaria de um conector entre as imagens, para mostrar qual a relação que deve ser estabelecida entre as duas imagens: “pois estas imagens são complementares, mas sem um conector fica parecendo que são imagens distintas, sem diálogo” (estudante J, produtor do TM em questão). A ausência da representação do cérebro foi destacada pelos estudantes, visto que o bulbo está envolvido no processo respiratório e o cérebro também recebe oxigênio.

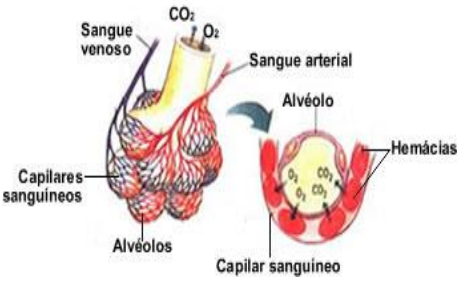
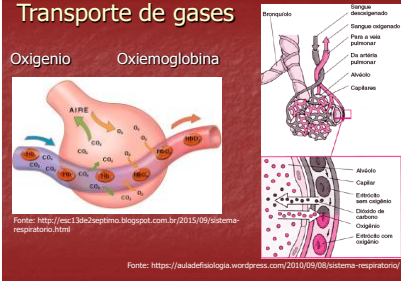
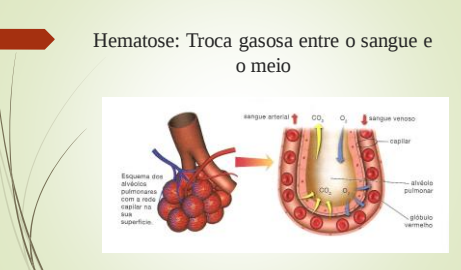
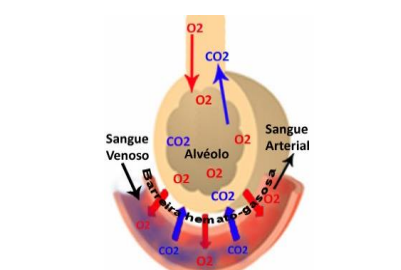
Considerando o *valor informacional da função composicional*, os estudantes mostram que as imagens dos TM apresentam os dados novos no lado direito (que seriam os órgãos menos conhecidos) e os dados já conhecidos à esquerda. Neste sentido destacam que o TMY3 ao não apresentar dados já existentes, parece que o produtor considera que os alunos não têm conhecimentos prévios sobre o assunto e todos os dados são novos, pois se localizam todos à direita.

A ausência de títulos em dois TM e a ausência das legendas também foram avaliadas pelo GC e enquanto alguns defendem que o TM deve ser o mais completo possível, mesmo que o meio semiótico sejam *slides*, pois se os estudantes o recebem para estudo posterior não conseguirão reestabelecer tudo o que foi apresentado pelo professor em aula; outros defendem que será sempre necessária a mediação do professor porque uma imagem nunca é completa, é apenas um modelo da realidade.

4.3.2 Textos Multimodais sobre a hematose

A partir do exame dos TM os estudantes classificam as imagens presentes como *representacionais narrativas* e no que se refere à *função composicional*, são imagens *científicas* pois representam modelos para a Ciência, não sendo imagens *naturalísticas*. Em três TM há o uso de mais de uma imagem. Há títulos em dois TM e não há legendas.

Figura 53 - TM produzidos pelos estudantes dos GC sobre a hematose

TMB4		TMJ12	
TML2		TMY6	

Fonte: videoaulas dos estudantes do Grupo Colaborativo

Sobre a existência de legenda, a estudante B defendeu o uso de legendas para as imagens, mas também para as cores, como ocorre na representação em gráficos, na intenção de que as setas possam ser lidas de acordo com as suas representações. Os estudantes discutiram também sobre a importância de ter um padrão nesta representação e comparando as imagens dos TM, cada uma segue um padrão para colorir as setas.

Sobre o TMB4 consideraram que a imagem tem as *funções narrativa e conceitual*⁴². O uso da mesma cor para representar a estrutura dos bronquíolos e do alvéolo não realiza a distinção entre ambos. E precisariam existir setas indicando a entrada e saída do sangue nos capilares. Os nomes com fontes de tamanhos diferentes precisam seguir um padrão.

Sobre o TMJ12 destacaram que o título não engloba o que ocorre nas três imagens, poderia haver um complemento. Discutiram também que as imagens estão desconexas e que o tamanho superior da primeira imagem pode provocar a não leitura das imagens menores, e que nesta imagem principal a representação do alvéolo não está identificada: “não diz que é um alvéolo, pode ser uma lâmpada, pode ser uma bexiga” (estudante B). A estudante B observou também que há nomes em outra língua e “símbolos químicos não tão conhecidos”. Consideram que a existência de legendas poderia corrigir as limitações das representações visuais e verbais.

Sobre o TML2 observaram que há várias estruturas que não são identificadas. A respeito das imagens observaram que não seguem o mesmo padrão de cores para as setas, que a ausência de setas indica que as hemácias não estão em movimento dentro do capilar sanguíneo e que a seta que une as duas figuras não indica que é um efeito de *zoom*.

Sobre o TMY6 destacaram que a imagem está desconectada do sistema respiratório: “sem conexão, sem informação, sem localização” (estudante J). Consideram que uma legenda poderia explicar que esta imagem representa uma ampliação do alvéolo.

4.3.3 Conclusão: elementos evidenciados na análise

A experiência de analisar de forma colaborativa os textos multimodais construídos por eles próprios para o ensino sobre respiração humana (através de videoaulas) configurou como um importante momento para os estudantes aprofundarem a compreensão sobre como os conhecimentos sobre a composição de imagens e sua relação com o texto verbal pode interferir na construção de significados. Uma integração entre os diferentes modos semióticos para a construção de significados é o que se espera de um texto multimodal, mas esta integração semiótica é difícil de ser construída. É preciso que linguagem verbal e linguagem visual interajam e se complementem mutuamente, sem que um precise “traduzir” o outro.

No momento de construção das videoaulas os estudantes ainda não haviam sido apresentados aos conhecimentos da Gramática do *Design Visual* (GDV), mas para fundamentar teoricamente a análise dos textos multimodais construídos por eles para estas videoaulas, estes

⁴² Segundo a GDV a imagem não poderia desempenhar estas duas funções representacionais ao mesmo tempo.

conhecimentos foram introduzidos através da leitura de artigos e da tradução do livro *Reading Images: the grammar of visual design* de Kress e van Leeuwen (2006), conforme já explicitado. Os conhecimentos sobre a GDV possibilitaram que os estudantes do GC construíssem as análises precedentes e a partir destes resultados elencamos os principais argumentos discutidos pelos estudantes sobre os TM empregados nas videoaulas sobre respiração pulmonar humana:

1. As imagens precisam considerar a totalidade do corpo humano e não focar apenas na região torácica e omitir a representação do cérebro;
2. Se há a necessidade do uso de mais de uma imagem no mesmo TM, é indispensável que a relação entre elas esteja evidente através de conectivos verbais ou visuais;
3. As setas empregadas precisam seguir um mesmo padrão de cores. Este padrão poderá ser esclarecido através de legenda como ocorre com os elementos constitutivos de mapas;
4. As cores e tamanhos das palavras das etiquetas verbais precisam seguir um padrão;
5. Títulos e legendas são imprescindíveis para a compreensão do significado do TM;
6. Todas as estruturas precisam ser identificadas;
7. Se a imagem representa um processo, é preciso haver setas para caracterizá-lo.

As sete prerrogativas acima, em conjunto com os dados das análises sobre os TM dos livros didáticos e sobre a totalidade dos TM utilizados nas videoaulas, serviram de base para a construção de critérios para a construção de TM para o ensino. Estas prerrogativas foram construídas a partir do estudo da GDV.

4.4 Análise da produção do Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre Respiração Pulmonar Humana (CTMER)

A produção colaborativa do CTMER foi a etapa mais longa do desenvolvimento desta pesquisa. Esta produção envolveu todos os conhecimentos que foram construídos durante as etapas precedentes e configurou-se como um importante processo de formação para a utilização de textos multimodais para o ensino. Essa formação, como vimos anteriormente, foi bastante abrangente e visou a ampliar e mesmo a aportar novos conhecimentos nos sujeitos envolvidos. Assim, foram trabalhados diversos aspectos da leitura e da produção de textos multimodais, inclusive na busca e pesquisa de imagens e suas devidas adaptações, na elaboração de legendas, de etiquetas verbais e de títulos, na avaliação de TM, dentre outras práticas condizentes com o

trabalho do professor, sempre com o objetivo de ampliar as potencialidades de emprego, de utilização, dos TM em sala de aula.

O CTMER foi composto por cinco textos multimodais elaborados para o ensino sobre o processo de respiração pulmonar humana. Os títulos, as imagens, as etiquetas verbais e as legendas destes TM foram produzidos colaborativamente pelo GC. Os TM elaborados para o CTMER receberam os seguintes títulos⁴³: (1) A respiração pulmonar humana; (2) Representação da estrutura respiratória; (3) Representação dos movimentos respiratórios; (4) Representação da hematose; e (5) Representação da pequena e grande circulação.

Devido à extensão e ao quantitativo dos dados construídos nesta etapa, serão realizados apenas dois tipos de exames: (1) a análise do processo de produção colaborativa do CTMER, a partir de extratos da transcrição dos encontros do GC e (2) a análise dos *participantes* do CTMER produzido, a partir do exame dos *participantes* verbais e visuais de cada TMER.

4.4.1 Análise do processo de produção colaborativa do CTMER

Os registros videográficos dos oito encontros foram transcritos e, para a análise dos dados foram escolhidos recortes de situações (três episódios apresentados mais adiante) em que a interação entre a compreensão e a representação sobre o conceito de respiração configurou reflexões que oportunizaram uma reelaboração conceitual do GC e ao mesmo tempo, a busca da melhor forma de representar este conceito, em constantes reelaborações.

Desta forma, buscou-se construir uma análise em que a imagem produzida, as falas dos *participantes* e o processo de produção textual verbal e visual estejam evidenciadas. Para isto estarão correlacionados os conhecimentos sobre a respiração humana e os conhecimentos acerca da Gramática do *Design Visual* (GDV).

No trabalho colaborativo desenvolvido pelos estudantes durante os encontros para a produção do CTMER, podem ser observadas as etapas definidas pela Pesquisa Colaborativa (IBIAPINA, 2008) inseridas dentro de uma dinâmica própria em que as *sessões de estudo*, a *produção de materiais para ensino* e as *sessões de reflexão* não se apresentaram em momentos estanques, mas como situações de um mesmo processo. Em alguns encontros, cada uma destas três etapas foi evidenciada como atividade principal como, por exemplo, o encontro do GC com a professora especialista em Bioquímica, que pode ser considerado como uma *sessão de estudo*.

⁴³ Apêndices 3, 4, 5, 6 e 7

Durante o período em que os estudantes do grupo colaborativo se dedicaram à produção de um texto multimodal para o ensino sobre respiração pulmonar humana, diferentes propostas de configuração e suporte para este TM foram testadas. No quadro 6 o cronograma de desenvolvimento destas diferentes propostas que culminaram na produção do CTMER pode ser observado:

Quadro 7 - Cronograma dos encontros do Grupo Colaborativo para a produção do CTMER

N	Data	Atividades Desenvolvidas
1	03/11/16	Discussão sobre como poderia ser a imagem para o ensino sobre respiração humana e início da produção do desenho esquemático para o ensino: partes 1, 2 e 3 (figura 54). Todos presentes.
2	02/12/16	Discussão sobre a hematóse e o surfactante. Produção da quarta parte do desenho esquemático (figura 55). Presentes: B, L e J
3	11/01/17	Discussão sobre como os conhecimentos (sobre o conceito de respiração e do GDV) têm ajudado a compor a imagem. Resolução sobre trocar a imagem por um jogo de tabuleiro elaborado para o ensino sobre respiração humana. Presentes: B, J e Y.
4	19/01/17	Discussão sobre dúvidas e a necessidade de uma aula com especialista. Abandono da proposta de jogo. Início do desenho de um novo esquema com imagens sobrepostas . Todos presentes.
5	26/01/17	Discussão a partir da imagem do contorno do corpo inteiro e de transparências, sobre quais imagens serviriam de modelo. Discussão sobre a inclusão da pequena circulação e grande circulação. Presentes: B, L, Y e J.
6	09/02/17	Abandono da proposta de imagens sobrepostas. Início da produção do CTMER a partir de imagens copiadas da internet. Discussão sobre a composição das imagens, títulos, espaço das legendas. Presentes: J, B e L.
7	13/02/17	Encontro com a professora Elaine de Bioquímica. Presentes: L, Y e B.
8	02/03/17	Construção das legendas para o CTMER. Finalização das imagens. Presentes: J, Y e L

Fonte: dados da pesquisa

Como indicado no quadro acima, no processo de produção do CTMER foram projetados quatro tipos de configurações: (1) Desenho esquemático composto por quatro imagens; (2) Jogo de tabuleiro; (3) Imagens do contorno do corpo humano sobrepostas; e por fim o (4) CTMER.

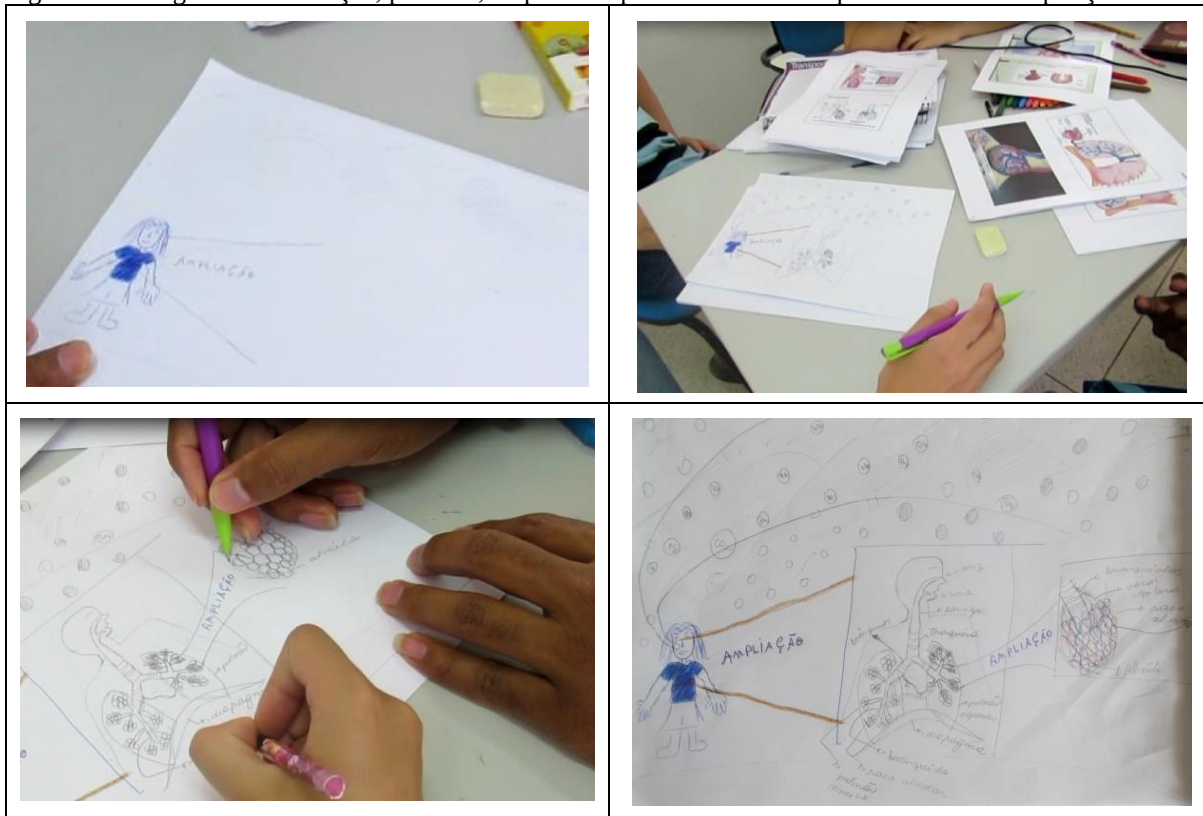
A presente análise sobre o processo de produção do CTMER envolveu apenas a etapa de produção do primeiro material, denominado Desenho Esquemático (DE), visto que o segundo e o terceiro material não foram desenvolvidos plenamente⁴⁴, e o CTMER será objeto de outro tipo de análise mais adiante. Além desta justificativa, considera-se ainda, sobretudo, a

⁴⁴ Sua elaboração não foi desenvolvida como ocorreu com o desenho esquemático e o CTMER. Foram propostas apresentadas em um encontro e abandonadas no encontro seguinte.

importância desta etapa para o aprofundamento da compreensão sobre o conceito de respiração e sobre sua representação, saberes que influenciaram a produção do CTMER na etapa final.

Será discutida, portanto, a elaboração do desenho esquemático em que cada elemento das imagens e cada conceito envolvido foram discutidos e definidos colaborativamente. Este desenho esquemático foi desenvolvido durante dois encontros. No encontro do dia 03/11/16 foi elaborada de forma colaborativa a primeira parte: representações da figura humana, do sistema respiratório e da ampliação do saco alveolar, apresentada na figura 54. Cada um dos *participantes* foi exaustivamente discutido pelos membros do GC. Um pouco desta discussão poderá ser observado nos episódios apresentados mais adiante.

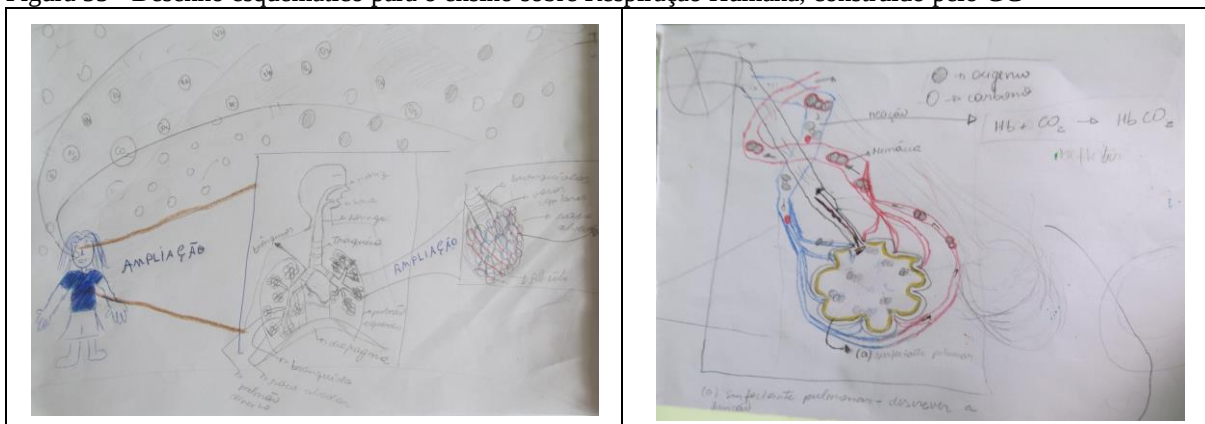
Figura 54 - Imagens da elaboração, pelo GC, da primeira parte do desenho esquemático sobre respiração



Fonte: dados da pesquisa.

A segunda parte do DE foi elaborada no encontro seguinte, em 02/12/16: “representação do processo da hematose”. Com o uso de lápis grafite e lápis de cor, em papel A4, o desenho foi construído. A figura 55 apresenta o DE criado para o ensino, tendo como suporte duas folhas de papel A4 unidas longitudinalmente.

Figura 55 - Desenho esquemático para o ensino sobre Respiração Humana, construído pelo GC



Fonte: dados da pesquisa

No processo de elaboração deste desenho esquemático foram evidenciados o emprego de ampliações sequenciais a partir de linhas que “bifurcam” para indicá-las, além da etiqueta verbal “ampliação”. Esta representação é uma tentativa de superar o emprego da seta para indicar a ampliação, elemento criticado nas leituras das imagens anteriores. Outro elemento observado é o emprego convencional das cores azul e vermelha para os capilares e o uso da cor amarela para identificar o surfactante no interior da figura do alvéolo, representação criada pelo GC nesta etapa do processo e que foi empregada no CTMER em etapa que será analisada posteriormente. Observa-se também a introdução de conhecimentos químicos no desenho esquemático: na primeira parte observamos a representação das moléculas dos gases que compõem o ar respirado e na última parte a representação das equações químicas presentes no processo de hematose.

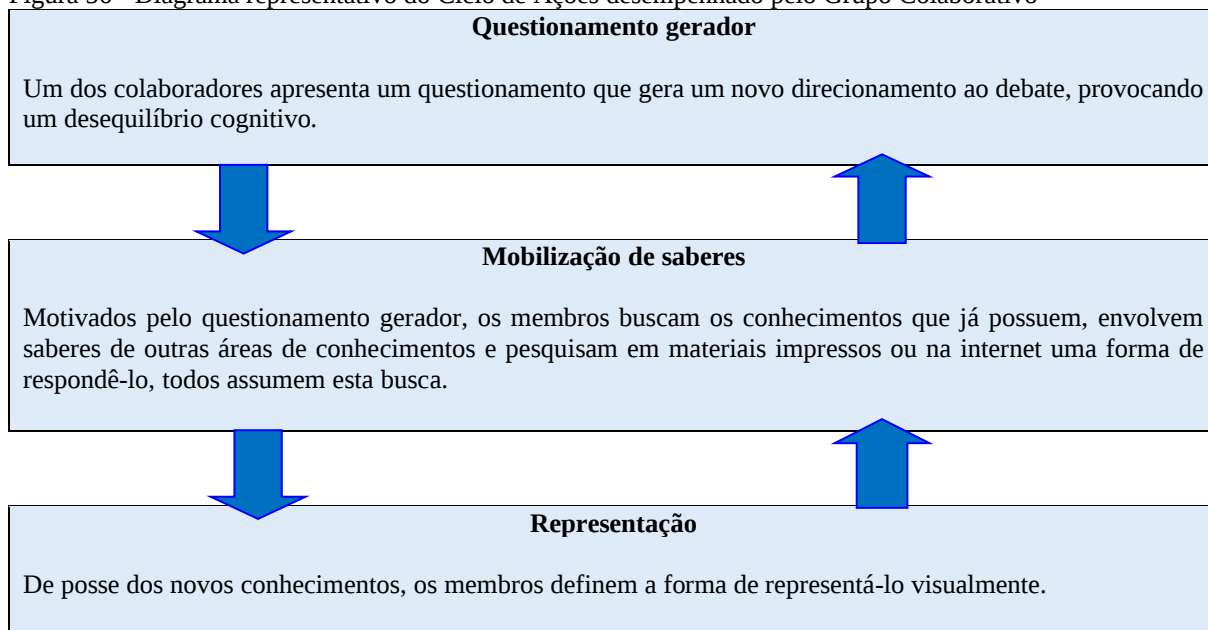
4.4.1.1 Proposta de análise do desenho esquemático – Ciclo de Ações

Durante o processo de construção colaborativa do desenho esquemático pelo GC, o diálogo e a negociação sobre saberes e representações foram o destaque. Neste sentido, algumas assertivas que foram discutidas e estabelecidas como parâmetros, ou seja, diretrizes a serem consideradas durante a construção do desenho esquemático são destacadas. Estas diretrizes permaneceram até a etapa final em que foi elaborado o CTMER, são elas: (1) Preocupação com o público alvo: no início do trabalho discutiram que seria primordial prever um público específico (inicialmente a aula seria elaborada para o 2º ano do Ensino Médio, e posteriormente para a graduação em Ciências Biológicas); (2) Foco no ensino: as propostas foram sempre balizadas

pela experiência em sala de aula do GC e com o objetivo do uso em sala de aula, ou seja, não foi um exercício de produção de uma imagem que mostrasse apenas a compreensão de um grupo; (3) Relação entre o texto verbal e o visual: as legendas e as etiquetas verbais são consideradas parte integrante na produção do desenho esquemático; (4) Emprego de convenções da área de conhecimentos das Ciências Biológicas ou da Química: foi identificado o emprego de cores convencionais, e a inserção de equações químicas.

Para além destas diretrizes foi identificado um “Ciclo de Ações” que se repete durante o processo colaborativo e que será empregado como ferramenta para a análise desta etapa. O *Ciclo de ações* é composto por três movimentos interligados que provocam um avanço na elaboração visual e/ou conceitual. No diagrama a seguir são explicadas estas ações:

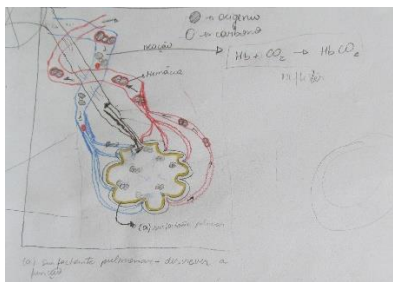
Figura 56 - Diagrama representativo do Ciclo de Ações desempenhado pelo Grupo Colaborativo



Fonte: elaboração da autora

As ações de *questionamento gerador*, *mobilização de saberes* e *representação* foram observadas durante a análise dos diálogos que perpassaram a produção do desenho esquemático. No quadro 7 abaixo, podem ser identificados os três momentos do processo de produção do DE que foram recortados e selecionados para a análise, denominados “episódio”:

Quadro 8 – Cronograma dos episódios da produção do desenho esquemático que serão analisados

Encontro	Data	Atividade desenvolvida nos episódios	Tempo de duração do episódio	Imagem relacionada
1	03/11/16	Episódio 1: Elaboração da representação do ser humano no ambiente externo.	00:03:31s	
2	02/12/16	Episódio 2: Elaboração da ampliação do saco alveolar	00:01:21s	
		Episódio 3: Elaboração do Representação do Processo de Hematose	00:09:04s	

Fonte: dados da pesquisa.

Estes três episódios, relacionados a diferentes momentos do processo de produção do desenho esquemático, serão analisados nas seções a seguir, a partir dos extratos de transcrições dos encontros do GC.

4.4.1.1.1 Análise do Episódio 1: Representação do Ser Humano no ambiente

Inicialmente, quando foi proposto ao Grupo Colaborativo (GC) que elaborasse uma imagem para ensinar o conceito de respiração humana, os membros do grupo debateram que seria importante mostrar os gases que existem no ambiente e são inspirados, a troca gasosa que ocorre nos pulmões e, sobretudo, mostrar que todo o organismo participa do processo respiratório na

nova forma de representação: o uso de imagens como “marca d’água” (um recurso computacional). Para complementar a proposta, outro parceiro emprega conceitos da GDV para a elaboração desta representação, propondo o efeito de *saliência* para destacar o elemento conceitual na imagem a ser produzida. Esta proposta de uso da marca d’água e da *saliência* são complementares na representação: reduz-se o destaque de um elemento da composição (meio externo) e amplia-se o destaque do outro (entrada e saída dos gases através da inspiração e expiração). Estes são recursos composicionais que o grupo apreendeu a partir do estudo da GDV e que agora são empregados para atingir o significado proposto que é ensinar o processo respiratório de uma forma que integre corpo e ambiente, marcando uma importante diferença das representações presentes nos TM anteriormente analisados.

4.4.1.1.2 *Análise do Episódio 2: Representação da Ampliação do Saco Alveolar*

O episódio 2 (quadro 9) mostra que antes de desenhar a quarta imagem (referente ao processo de hematose) os membros do GC discutem sobre o que ocorre com os gases que são inspirados junto com o oxigênio⁴⁵. Nesta etapa houve a apresentação de várias hipóteses sobre o questionamento e até mesmo a resposta adequada: “os gases permanecem nas vias” (estudante L), no entanto, a ampliação de conhecimentos ocorrerá após a aula com a professora especialista no encontro 14, ocorrido em 13/02/17. Esta discussão conceitual provoca a elaboração do TMER1, que será discutido na próxima seção, através do qual são apresentados os gases que compõem o ar presente no meio. Influencia também a representação da entrada e saída dos gases conduzidos através das vias aéreas que são incluídas na representação do processo de hematose no TMER4, através de etiquetas verbais de destinação.

⁴⁵ Esta discussão sobre a permanência dos demais gases inspirados perdurou por vários encontros. O estudante J apresentou este questionamento no início da elaboração do desenho esquemático (transcrição não apresentada neste trabalho), mas como não houve repercussão naquele momento, o mesmo estudante retoma a pergunta nesta etapa. Em etapas posteriores surgiu novamente (transcrição não apresentada neste trabalho), até que o GC conseguiu construir uma resposta satisfatória, que foi representada no CTMER.

Quadro 10 - Transcrição do episódio 2: Representação da Ampliação do Saco Alveolar

Representação da Ampliação do Saco Alveolar	Ciclo de Ações
J: Retorno do gás carbônico pra o ... L: Pra o pulmão e o posteriormente pra o meio J: Isso. L: Pra o meio externo. J: Tem que ter o “meio”. L: Pra o pulmão e meio externo. J: É... posteriormente meio externo... Apesar que será que só sai gás carbônico na hora que é expelido? Não sai só gás carbônico. L: Sei não... B: Eu acho que nem só entra oxigênio. J: Agora o que acontece com esses gases que entram? Y: É, pois é. O que ninguém sabe. Ninguém nunca falou. T: Os outros gases? B: Eu acho que nosso corpo.../ J: /Será que eles num são nocivos não pra o...? L: Não. Só entra oxigênio. Na hematose num só é oxigênio? B: Mas, é que no nosso corpo tem muitos gases. L: Sim... não! J: E os outros gases? L: Não... pera aê L: Os gases vão entrar e vão ficar nas vias. Eles não vão participar de nada. Vão ficar nas vias. É um peso morto. J: Mas, qual mecanismo faz com que eles não entrem na célula? Tem alguma coisa. B: Eu acho que deve ter alguma membrana de absorção J: Num pode não, ser reação química, já que a entrada com a hemoglobina... E apenas a ligação do oxigênio é possibilitada com a hemoglobina. B: [acena com a cabeça dizendo que sim] L: É. Pode ser isso mesmo. B: Pode ser. Mas, eu acho que deve ter alguma membrana de absorção. L: É. Receptores específicos pra aquilo. J: Deve ter alguma coisa. B: Alguma membrana de absorção que só vai entrar oxigênio e em cima vai formar uma camada de outros gases. J: Acho que deve ser isso. L: É, deve ser.	Questionamento gerador Mobilização de saberes: conhecimentos prévios sobre Biologia

Fonte: dados da pesquisa.

4.4.1.1.3 Análise do Episódio 3: Representação do Processo de Hematose

O episódio 3 do processo de produção do desenho esquemático ocorreu no encontro seguinte, um mês após o encontro em que houve início esta produção. Os estudantes retomaram as anotações que haviam realizado sobre quais seriam os passos seguintes à etapa 3.

O recorte foi selecionado porque apresenta uma discussão relevante para a composição da representação do processo de hematose ao mesmo tempo em que traz um novo elemento para o debate entre os membros do GC, o papel do surfactante pulmonar no processo respiratório,

pouco explorado nas explicações sobre a hematose, presentes dos LD ou nas imagens divulgadas pela internet. Vários questionamentos são apresentados para explicar a função do surfactante pulmonar. Ao final, os estudantes criam uma representação para este elemento e a incorporam na explicação do processo.

Quadro 11 – Transcrição do episódio 3: Representação do Processo de Hematose

Representação do Processo de Hematose	Ciclo de Ações
B: [relê as informações no smartphone] <i>Eu não entendo... O líquido, por exemplo, dentro... Tem sangue dentro do alvéolo?</i> L: <i>Tem não. Tem não. Tem os vasos, que vai circular ele, agora dentro do alvéolo, não.</i> B: <i>Mas é dentro, por isso que eu peguei a imagem cortada e fiz aquele desenhinho horrível [referindo-se à sua videoaula].</i> L: <i>Senão a gente morre afogado...</i> [pausa] [B volta a olhar as informações no smartphone]. T: <i>Não tem ou não sabem?</i> L: <i>Não tem sangue, dentro do alvéolo, não.</i> B: <i>Não tem? Ele é oco?</i> J: <i>Eu acho que tem... Acho que tem nos vasos...</i> L: <i>Nos vasos que estão circulando nele... Ele é oco, B, não tem que ser oco, por causa do ar?</i> J: <i>Até porque sangue só circula em vasos sanguíneos... Nos vasos, capilares, só circula aí...</i> B: <i>Mas tem um líquido presente [olhando as informações no smartphone]</i> J: <i>/Os órgãos tem sangue porque eles são penetrados pelos vasos sanguíneos</i> B: [retomando] <i>Mas tem um líquido presente na cavidade alveolar e o ar. Então, tem o ar e o líquido. Aí, por ter ar...</i> J: [interrompendo] <i>O líquido não é o surfactante?</i> B: [retomando] <i>Mas, perceba, por ter ar, vai existir uma...</i> J: <i>Uma pressão</i> B: <i>Uma expansão [gesticula] Aí o surfactante alveolar vai diminuir essa... essa pressão e vai tentar comprimir o alvéolo. Mas que líquido é esse que tá dentro do...</i> L: <i>/é uma mistura [aponta no smartphone] de proteína com lipo/</i> B: <i>/Não. O surfactante alveolar é que é uma mistura</i> L: <i>Sim. De proteína e outra coisinha aí, olha [aponta o smartphone]</i> B: <i>Pneumócitos tipo 2, sei lá o que é isso... [lendo no smartphone]</i> J: <i>Deve ser algum líquido da célula pulmonar... porque pneumo vem do pulmão e ócito de célula, é alguma célula pulmonar.</i> B: <i>Aí tem proteína dentro do surfactante pulmonar...</i> [pausa] B: <i>Interface... [gesticula tentando representar o que é interface, palavra que leu no smartphone]</i> L: <i>É só uma lubrificação, rapaz, pra ficar uma coisa tranquila ali pra ter a mistura/</i> B: <i>Não, mas sim, o que é o líquido que dentro do alvéolo? Isso é uma informação importante</i> L: <i>Tem aí, pois é aí, uma mistura de proteína com lipo-não-sei-o-quê</i> B: <i>Não. O surfactante pulmonar é que é uma mistura lipoproteica</i> L: <i>Formada de...</i> B: <i>Lipoproteica</i> L: <i>Sim, lipoproteica, proteína e...</i> J: <i>Gordura</i> L: <i>E, gordura, é.</i> B: <i>Aí, essas proteínas e lipídeos vai reduzir a tensão superficial que existe entre este líquido presente nos alvéolos e o ar existente, então são dois líquidos.</i> L: <i>É não. Só é um líquido.</i>	Questionamento gerador Mobilização de saberes: conhecimentos prévios sobre Biologia Mobilização de saberes: pesquisa na internet Questionamento gerador Mobilização de saberes: pesquisa na internet Mobilização de saberes: conhecimentos prévios sobre Biologia Continua...

Continuação quadro 10.

B: Não. O surfactante pulmonar não é uma mistura? L: É. B: Agora, pra ser uma mistura... é, pra ser uma mistura tem que ser líquido... J: [iniciando outra pesquisa no smartphone] “líquido presente nos alvéolos pulmonares” [palavras digitadas na busca] B: Porque já poderia entrar na próxima imagem... (...) J: Porque o líquido Surfactante, pelo o que está dizendo aqui [pesquisa na internet], ele diminui a tensão entre o líquido dentro do alvéolo... B: E o ar J: E o ar. Sim, aí como é que o líquido surfactante vai reduzir a tensão entre ele e o ar? Não. Ele vai reduzir a tensão entre um outro líquido e o ar. Agora, qual é esse líquido? Eis a questão, que ninguém sabe. B: Porque/ L: /Não tem outro líquido não, vocês tão viajando... T: Pelo o que você falou [J, quando leu a definição de surfactante pesquisada na internet], falou em moléculas de água, não é água, não? J: Será que é água? [retomando o smartphone para conferir] B: Eu acho que pode ser água, já que eu falei de hidrofílica e hidrofóbica. J: Eita, deve ser água porque eu lembrei aqui agora de uma coisa, hematose só acontece em superfície coberta de água. B: Eu acho que é. J: É água, deve ser água. T: Naquele texto que você leu [definição pesquisada via smartphone] vc falou sobre moléculas de água e não-sei-o-quê... B: Eu acho que é mesmo, porque se eu botei aquela monocamada hidrofílica e hidrofóbicas é porque deve ser, e eu botei uma bolinha e uma gotinha/ J: [lendo um texto via smartphone] Ó, o surfactante é um agente tensoativo na água, o que significa que ele reduz acentuadamente a tensão superficial da água. B: Ah, vocês são demais, viu? O negócio lá e vocês ficam perguntando... J: Então, é a água!	Mobilização de saberes: conhecimentos prévios sobre Química Representação Mobilização de saberes: pesquisa na internet Questionamento gerador Mobilização de saberes: conhecimentos prévios sobre Química Biologia
---	---

Fonte: dados da pesquisa.

O grupo colaborativo esteve engajado nesta discussão sobre o surfactante pulmonar, como pode ser observado no quadro 10. Esta discussão foi iniciada e o GC sentiu a necessidade de incluí-lo na representação do processo de hematose. Vários conhecimentos da área de formação dos estudantes membros do GC foram envolvidos para tentar compreender como seria a atuação do surfactante e a sua importância para a hematose (e.g.: “*pneumo* vem do pulmão e *ócito* de célula, é alguma célula pulmonar” (J. estudante de Ciências Biológicas); “pra ser uma mistura tem que ser líquido” (B., estudante de Química)). A busca incessante pela compreensão levou à construção de um conhecimento mais amplo sobre a hematose, com a inclusão deste elemento (o surfactante pulmonar) e a instauração de uma rede de conexões entre saberes acessados para a construção desta compreensão foi compartilhada entre os membros do GC. E o novo conhecimento gerou a criação de uma representação para o surfactante pulmonar, inicialmente no desenho esquemático e posteriormente incluída no CTMER4 (destaca-se, no entanto, que a conclusão a que o GC chegou, sobre a redução da pressão superficial da água não está correta).

4.4.1.2 Conclusões: elementos evidenciados na análise

A análise apresentada sobre alguns episódios do processo vivenciado pelo grupo colaborativo durante a elaboração do desenho esquemático sobre a respiração tem como destaque a influência do desenvolvimento conceitual e representacional do GC que, a partir do debate e da aplicação dos preceitos da GDV, criou representações para elementos comumente ausentes nas imagens empregadas no ensino sobre respiração pulmonar humana como, por exemplo, o surfactante pulmonar e os gases que compõem o ar inspirado.

Neste sentido, evidencia-se a discussão colaborativa sobre o processo respiratório, através da qual os membros do GC puderam expor suas dúvidas e em um movimento coletivo construir, a partir de seus conhecimentos prévios e pesquisas, a solução para a dúvida exposta e a representação desta solução. Esta ação colaborativa, analisada a partir das categorias criadas sob a denominação de Ciclo de Ações, foi possível a partir da integração entre os conhecimentos conceituais sobre o conteúdo específico e os conhecimentos do referencial da GDV que instrumentalizaram o GC no processo de produção de um recurso para o ensino: o desenho esquemático, mas não é qualquer desenho esquemático, é um desenho esquemático pautado nas premissas de produção de texto multimodal da GDV. Todas estas discussões e produções visuais culminaram na elaboração do CTMER que será apresentado na seção seguinte.

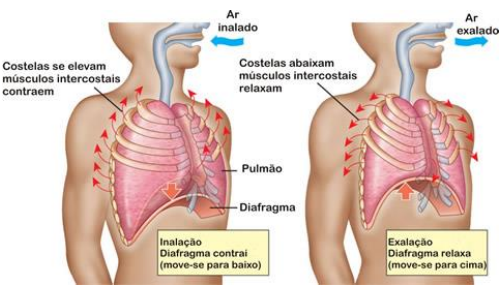
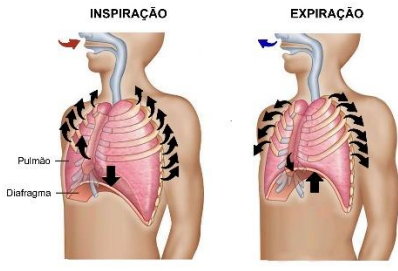
4.4.2 Análise dos participantes do CTMER produzido

A produção colaborativa do CTMER foi a etapa de culminância das etapas anteriores, momento em que os futuros professores, membros do GC, consolidaram a aplicação dos conhecimentos sobre os conceitos da GDV e sobre o conceito de respiração pulmonar humana em um conjunto de textos multimodais para o ensino. Este conjunto de textos multimodais conseguiu materializar o processo de formação colaborativa ao qual o GC esteve envolvido durante os 11 meses de trabalho no curso da disciplina *Multimodalidade na Educação em Ciências*: a ampliação dos conhecimentos sobre o conteúdo específico e o domínio dos conhecimentos da GDV para ler, adaptar e produzir imagens; estes dois grupos de saberes foram integrados através de imagens e textos verbais. O que foi denominado como CTMER é um conjunto de textos multimodais, elaborado para o ensino sobre a respiração pulmonar humana para um

público alvo⁴⁶ específico. Estes TM foram projetados através de *slides*, impressos e entregues a cada estudante da turma para acompanhar a aula.

Composto por cinco textos multimodais, o CTMER foi produzido a partir da adaptação de imagens coletadas na internet e elaboração de textos verbais expostos através de títulos, etiquetas verbais e legendas⁴⁷. As imagens coletadas foram adaptadas através de recortes, inversão por espelhamento, inclusão de setas, criação de marcas para o efeito zoom, inserção de diferentes tipos de etiquetas verbais, dentre outras. Nas figuras 57, 58 e 59 algumas destas adaptações podem ser observadas:

Figura 57 - Demonstrativo das adaptações da imagem sobre movimentos respiratórios realizadas pelo GC

Imagem original	Imagem com adaptações construídas pelo Grupo Colaborativo
 Diagrama original de respiração. À esquerda, inspiração: 'Ar inalado' (seta azul), 'Costelas se elevam', 'músculos intercostais contraem', 'Pulmão', 'Diafragma', 'Inalação Diafragma contrai (move-se para baixo)'. À direita, expiração: 'Ar exalado' (seta vermelha), 'Costelas abaixam', 'músculos intercostais relaxam', 'Pulmão', 'Diafragma', 'Exalação Diafragma relaxa (move-se para cima)'.	 Diagrama adaptado com setas padronizadas (preta para inspiração, vermelha para expiração). À esquerda, 'INSPIRAÇÃO' com seta azul no nariz e seta preta no pulmão. À direita, 'EXPIRAÇÃO' com seta vermelha no nariz e seta preta no pulmão. Legendas: 'Pulmão', 'Diafragma', 'Figura 2a', 'Figura 2b'.
Fonte: http://www.sobiologia.com.br/conteudos/FisiologiaAnimal/respiracao6.php	Fonte: Adaptação produzida pelo GC

Ao observar a figura 57 percebe-se que a principal modificação, a mudança nas cores das setas presentes, gerou uma importante mudança qualitativa na imagem. Além de instituir um padrão único para todos os textos multimodais do CTMER elaborados, as cores das setas estabelecem informações sobre o processo: o ar que entra no organismo não é igual ao ar que sai. A ausência de um padrão de significado das cores empregadas nas setas, foi uma das críticas das análises anteriores. Assim, como será visto mais adiante, as adaptações serviram para a criação de uma convenção no uso das setas, como indica a GDV.

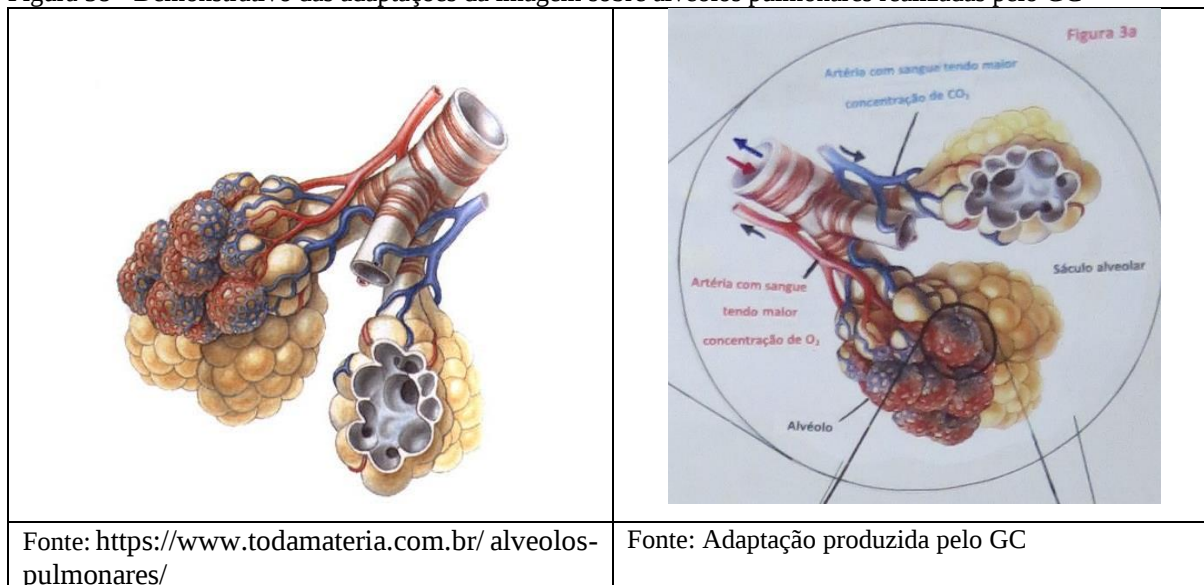
Na figura 58 a seguir, as principais adaptações da imagem foram a introdução de etiquetas verbais de identificação e as setas indicando o fluxo do ar e o fluxo sanguíneo. A imagem

⁴⁶ Alunos de uma turma do segundo período da graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas.

⁴⁷ Algumas destas legendas foram construídas colaborativamente em encontros virtuais através da Rede Social Facebook, em um grupo criado para a disciplina *Multimodalidade na Educação em Ciências*. Este recurso permitiu que as modificações na composição das legendas fossem registradas e o processo acompanhado por todos os envolvidos. Estes registros, no entanto, não serão analisados neste trabalho.

original, como criticado anteriormente na leitura de outras imagens do tipo, não possui estes importantes *participantes* que colaboram para a compreensão do significado da imagem.

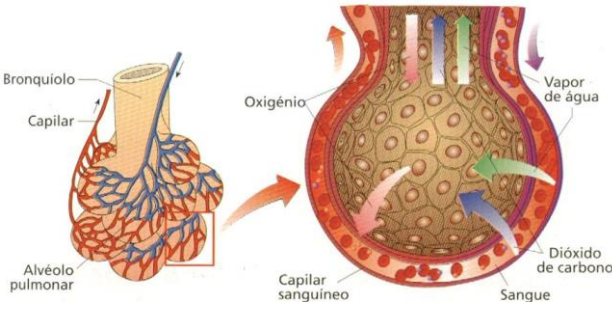
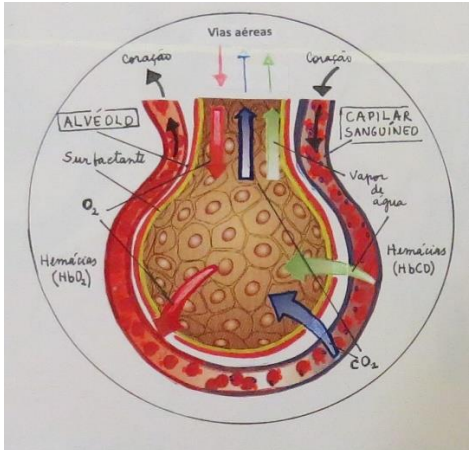
Figura 58 - Demonstrativo das adaptações da imagem sobre alvéolos pulmonares realizadas pelo GC



A inexistência de setas também mantém a imagem com a *função conceitual analítica*, ao invés da *função narrativa* que seria a mais apropriada para representar um processo. Como este fator também foi muito evidenciado nas análises anteriores, o GC realizou adaptações na imagem para superar esta limitação. Outra modificação foi um “giro” na imagem, para que o capilar sanguíneo desta imagem ficasse na mesma posição que o capilar sanguíneo da imagem adaptada do alvéolo (figura 59) mostrando a entrada do sangue venoso no lado direito e a saída do sangue arterial no lado esquerdo da imagem (pois no CTMER a imagem 58 foi conectada à imagem 59).

A seguir, na figura 59, podem ser observadas muitas adaptações que só foram possíveis de serem inseridas porque os membros do GC participaram do processo de formação que os habilitaram a ler quais as limitações da imagem original e quais as adequações que poderiam favorecer a compreensão do processo de hematose e a interconexão de seus elementos. Com a imagem adaptada espera-se construir um conhecimento com os signos mais apropriados e com menor possibilidade de imprecisão de significado.

Figura 59 – Demonstrativo das adaptações da imagem sobre hematose realizadas pelo GC

Imagem original	Imagem com adaptações construídas pelo Grupo Colaborativo
	
Fonte: https://www.colegioweb.com.br/saude/hematose-o-que-e-e-como-funciona.html	Fonte: adaptação produzida pelo GC

Observa-se na figura 59 acima a inclusão de etiquetas verbais de identidade (*i.e.* “alvéolo”, “capilar sanguíneo”) e de destinação (*i.e.* “coração”, “vias aéreas”); a intensificação da cor azul na extremidade direita do capilar para intensificar a identificação de maior concentração de gás carbônico na entrada do sangue; o recorte e distanciamento da figura do alvéolo em relação à figura do capilar; a inclusão de faixa amarela para representar o surfactante pulmonar, entre outras adaptações que foram executadas pelo GC para adequar a imagem ao objetivo proposto, tornando-a mais completa e mais representativa dos conhecimentos que este grupo construiu durante esta formação.

Como explicado anteriormente, a produção colaborativa do CTMER foi uma etapa muito importante de aprendizagem sobre a GDV e a aplicação dos conhecimentos aprendidos, e devido à sua extensão, a análise foi dividida em duas partes. Na primeira parte foi analisado o processo de produção e nesta segunda parte serão analisados os materiais produzidos, ou seja, o conjunto de textos multimodais.

4.4.2.1 Proposta de análise dos participantes do CTMER produzido

Sobre cada TM será discutido o seu objetivo, os preceitos da Gramática do *Design Visual* implementados e as modificações ocorridas após a validação em aula na graduação. A partir da sequência de apresentação os TM que compõem o CTMER serão nomeados de TMER1, TMER2 e assim sucessivamente, cada um dos TMER está como apêndice no final do trabalho.

As análises foram realizadas a partir dos conceitos da GDV para evidenciar a compreensão, apreensão e aplicação realizados pelo grupo colaborativo, demonstrando assim, os resultados da formação obtida ao longo das ações propostas pela presente pesquisa.

4.4.2.1.1 Análise do TMER 1 – A respiração pulmonar humana

O objetivo do GC foi introduzir a discussão sobre o conteúdo – apresentado pelo título *A Respiração Pulmonar Humana* – a partir da consideração de que ao estudar o processo respiratório deve-se conceber o sujeito e o seu ambiente, pois a respiração é um processo que integra o organismo vivo ao ambiente vivenciado, em uma troca constante de gases. A primeira imagem empregada tenta invocar este sentido de integração que o processo respiratório possibilita: um sujeito esportista inserido em um ambiente externo, respirando.

Abaixo desta primeira imagem há uma tabela sob o título: *Composição do Ar*, que contém uma lista dos principais gases que compõem o ar e sua porcentagem relativa, para que se possa conhecer que o ar respirado não é composto apenas por oxigênio – pois quando o professor diz que se inspira oxigênio e expira-se gás carbônico, como comumente ocorre em sala de aula e nos TM presentes nos LD, a tendência é a de que os estudantes compreendam que apenas este gás é inspirado ou existe no meio ambiente. Esta tabela objetiva desmistificar isto com a informação sobre a composição do ar inspirado.

Preceitos da Gramática do Design Visual implementados no TMER1

Com o objetivo de introduzir a discussão sobre o processo respiratório, a *função interacional* foi a definida para propor o diálogo entre os *participantes representados* e os *participantes interativos*. Neste sentido, foi escolhida uma primeira imagem em que o *contato* estabelecido fosse de *demand* – o olhar do sujeito convida o leitor –; com uma *distância social de plano médio* para não focar apenas no sujeito e mostrá-lo inserido no ambiente; e com *atitude de ângulo horizontal frontal* para criar o sentido de envolvimento entre os *participantes representados* e *interativos*. A segunda imagem desempenha a *função conceitual analítica*, em que o ar é o *carrier* (o todo) e os gases são os *atributos possessivos* (as partes do todo).

Figura 60 – Texto multimodal para ensino sobre respiração pulmonar humana 1: primeira e segunda versões

A RESPIRAÇÃO PULMONAR HUMANA



Composição do Ar

Gás	Porcentagem	Partes por Milhão
Nitrogênio	78,08	780.000,0
Oxigênio	20,95	209.400,0
Argônio	0,93	9.340,0
Dióxido de carbono	0,035	350,0
Hélio	0,0018	18,0
Hidro	0,00052	5,2
Neônio	0,00014	1,4
Kriptônio	0,00010	1,0
Oxido nítrico	0,00005	0,5
Hidrogênio	0,00005	0,5
Ozônio	0,000007	0,07
Xenônio	0,000009	0,09

FONTE: WWW.FÍSICA.UFRJ.BR

A RESPIRAÇÃO PULMONAR HUMANA



Composição do Ar

Gás	Porcentagem	Partes por Milhão
Nitrogênio	78,08	780.000,0
Oxigênio	20,95	209.400,0
Argônio	0,93	9.340,0
Dióxido de carbono	0,035	350,0
Hélio	0,0018	18,0
Hidro	0,00052	5,2
Neônio	0,00014	1,4
Kriptônio	0,00010	1,0
Oxido nítrico	0,00005	0,5
Hidrogênio	0,00005	0,5
Ozônio	0,000007	0,07
Xenônio	0,000009	0,09

FONTE: WWW.FÍSICA.UFRJ.BR

Fonte: elaboração do GC a partir da adaptação de imagens

Modificações introduzidas no TMER1 após a validação em aula na graduação

Durante a discussão em sala de aula, um membro da turma afirmou que não havia compreendido o sentido deste primeiro TM: “*Eu sinceramente não entendi o objetivo da primeira*”. Ao invés de algum membro do GC responder, foi dada a palavra para alguém da turma tentar explicar, e uma estudante explicou:

A “B” explicou que era necessário que a gente primeiro visse, que a gente parasse e prestasse um pouco de atenção no meio em que nós vivemos e em que nós respiramos, daí ela colocou uma imagem mais espontânea deste rapaz pra que a gente pudesse ver ele inserido no meio e lembrar de que para que aconteça essa respiração tem toda uma interação com esse meio e por isso, logo abaixo tem uma tabela mostrando os gases presentes e que não é apenas oxigênio e gás carbônico, claro que eles são os principais da respiração, mas não são só eles os participantes, existem todos esses outros (Estudante da turma de graduação).

A partir desta resposta, foi constatado que o significado deste TM havia sido alcançado por alguns estudantes e por outros, não. Como estratégia para ampliar a compreensão do significado

objetivado por este TM, o GC introduziu um balão de fala (“ao respirarmos o nosso corpo interage com o meio. Você sabe como é composto o ar que respiramos?”) à imagem da representação do sujeito esportista, um recurso que de acordo com a GDV exerce a *função representacional narrativa de processo de fala*. Assim, na segunda versão do TM, a imagem passa a significar a narração de um evento, a introdução de um questionamento que guiará mais diretamente o *participante interativo* para a reflexão sobre a respiração como um processo de interação com o meio. Este balão de fala também serviu como conexão entre as duas imagens do TM, pois não havia uma conexão visual ou verbal entre ambas e esta conexão serviu para motivar a leitura da tabela com os elementos que compõem o ar.

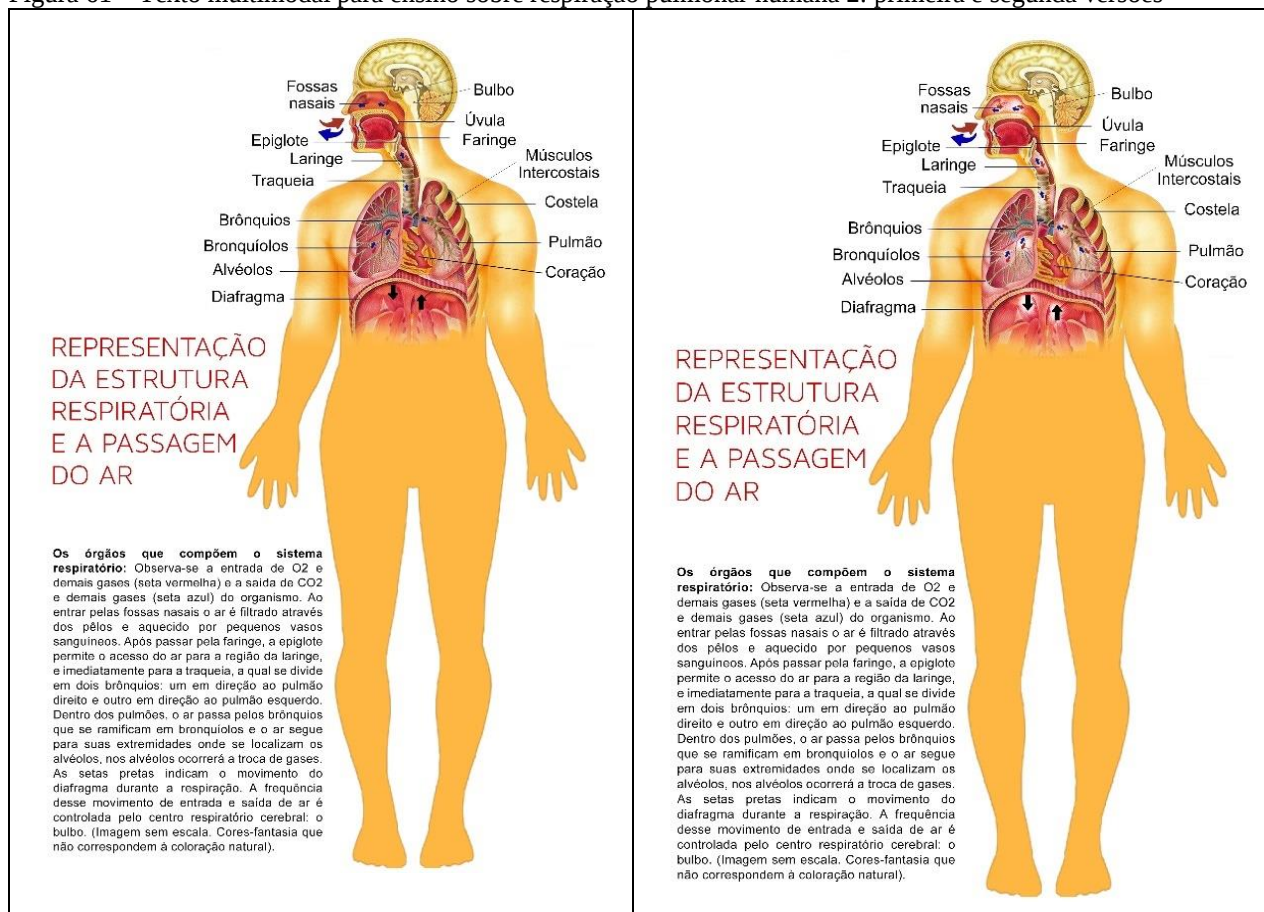
4.4.2.1.2 Análise do TMER2 – Representação da estrutura respiratória

O objetivo do GC foi apresentar através do TMER2 os órgãos envolvidos na estrutura respiratória e o fluxo do ar. Habitualmente, a imagem empregada nos LD para mostrar a estrutura responsável pela respiração focaliza a região torácica do corpo e os órgãos do sistema respiratório por onde o ar circula e não considera outros importantes órgãos envolvidos na respiração como o bulbo e o coração. E, neste sentido, ao representar apenas a zona condutora⁴⁸, o significado difundido é que o processo respiratório parece não depender do bulbo e do coração, ao mesmo tempo em que parece não estar em interação com todo o funcionamento do corpo humano.

Quando a representação destes órgãos é inserida em uma imagem do corpo humano por inteiro, e seu envolvimento com o processo respiratório é descrito na legenda, a compreensão do processo respiratório se mostra integrada ao corpo e deixa de ser considerado apenas como a entrada e a saída de ar dos pulmões (ALBUQUERQUE, 2004). Na figura 61, observam-se que as legendas estão em interação com a imagem quando resgatam a informação presente e a ampliam, neste caso, as legendas retomam cada órgão descrito e destacam a sua função e importância para o processo respiratório. Ao iniciar chamando a atenção da presença de setas indicando a entrada e a saída do ar modificado em sua composição, as legendas também colaboram para acentuar a *função narrativa* assumida pelo GC ao inserir na imagem as setas indicando o fluxo do ar, estes vetores pouco empregados em imagens do LD que tratam o tema.

⁴⁸ A zona condutora é composta por nariz, faringe, laringe, traqueia, brônquios e bronquíolos, ou seja, as vias de passagem do ar ao entrar para realizar a hematose, e ao sair após a hematose.

Figura 61 – Texto multimodal para ensino sobre respiração pulmonar humana 2: primeira e segunda versões



Fonte: elaboração do GC a partir da adaptação de imagens

Preceitos da Gramática do Design Visual implementados no TMER2

A principal função estabelecida para a imagem empregada neste TMER2 foi a *função representacional narrativa*, com a clara intenção do GC de transformar uma imagem que correntemente é apenas *conceitual analítica* em uma imagem que continua cumprindo esta função – ao apresentar as partes do sistema respiratório – mas que não é estática, pois com a inclusão de vetores passa a ser processual. A presença de setas indica que a principal função da imagem é mostrar um processo, o percurso de entrada e de saída do ar, e em segundo lugar, nominar os órgãos deste percurso. Assim, são empregadas as setas azuis e vermelhas para indicar gás carbônico e gás oxigênio, respectivamente, que são as cores convencionadas na área

de conhecimentos, e as setas na cor preta, que foi uma convenção criada pelo GC para indicar “movimento”. A legenda interage com estes vetores indicando a sua significação.

Modificações introduzidas no TMER2 após a validação em aula na graduação

Após a aula na turma de graduação, os estudantes destacaram a importância das legendas longas presentes no TMER2 e compararam com o LD que só apresenta legendas curtas. Como a avaliação do TMER2 não propôs modificações em sua estrutura, o GC apenas introduziu o *efeito composicional de saliência* para destacar mais as setas azuis e vermelhas, pois sobre um fundo vermelho elas tiveram pouco realce, assim, ao seu entorno foi colocado um tom mais claro. Esta margem mais clara ao redor das setas que representam o fluxo do ar (rico em oxigênio/rico em gás carbônico) é um tipo de efeito que foi discutido pelo GC no episódio 1 (quadro 8), e agora empregado na modificação do TMER2 para dar evidência não apenas ao fluxo do ar, mas à mudança em sua composição, demonstra que os membros do GC apreenderam bem este conceito e o aplicaram adequadamente.

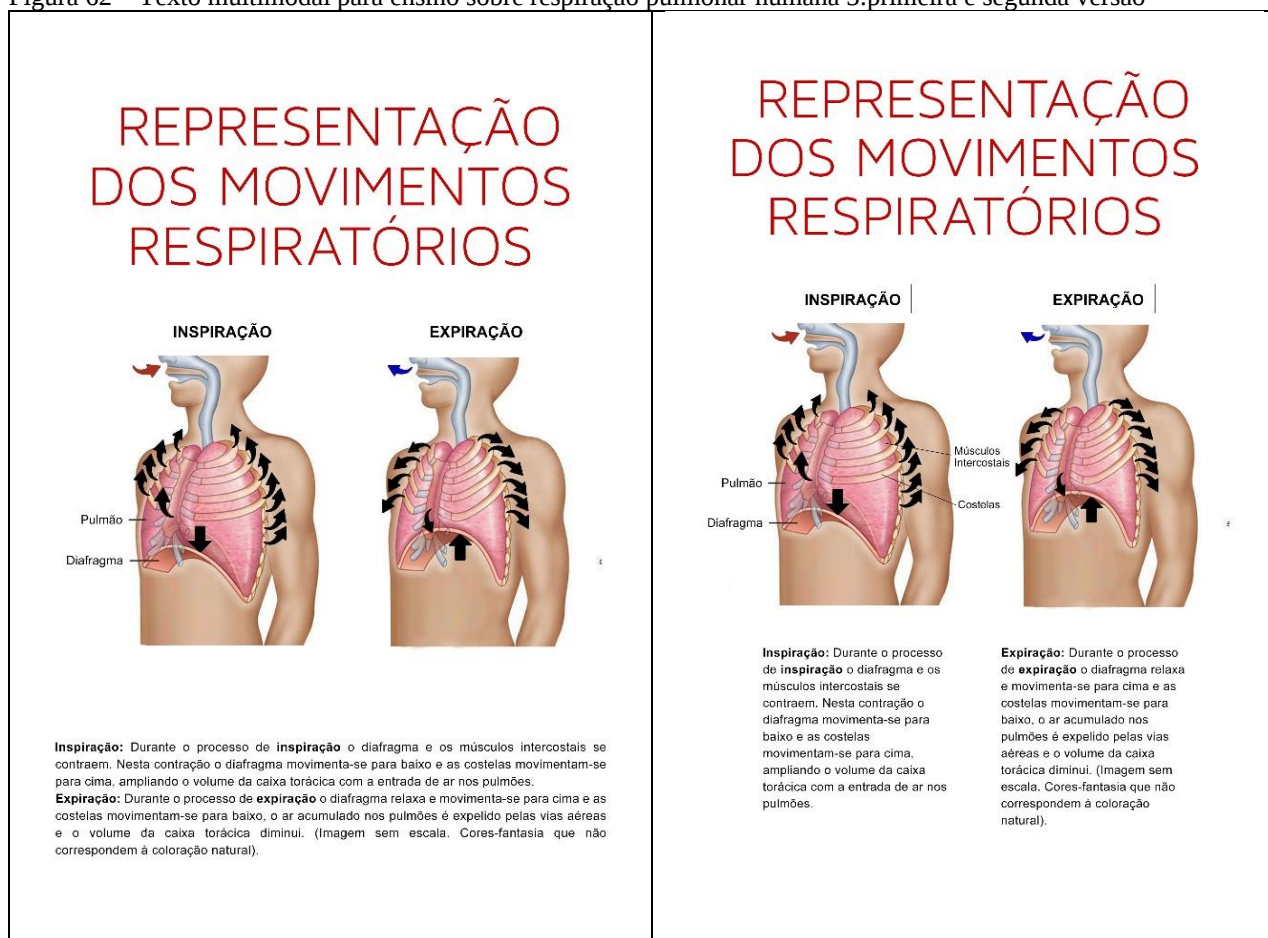
4.4.2.1.3 Análise do TMER3 – Representação dos movimentos respiratórios

Neste TMER (figura 62) o objetivo do GC foi complementar o TMER anterior, aprofundando a discussão sobre a entrada e a saída do ar através dos movimentos de inspiração e expiração. As setas seguem o mesmo padrão de cores já indicado no TMER anterior. Para cada imagem há uma legenda explicativa que além de narrar os movimentos também introduzem termos científicos que envolvem este conhecimento como “contração”, “relaxa” e “volume”. As etiquetas verbais repetem apenas os nomes dos órgãos e estruturas mais diretamente relacionados com os movimentos de inspiração e expiração, visto que os demais órgãos já foram apresentados no TMER2.

Preceitos da Gramática do Design Visual implementados no TMER3

A *função representacional narrativa* é destaque nas imagens pois foram empregadas setas indicando os movimentos. Como no TMER2 a seta na cor preta foi convencionada para indicar movimento, o GC empregou várias setas para reforçar a ideia de movimento dos *participantes representados*. As setas nas cores azul e vermelha foram empregadas para representar um movimento específico de *participantes* específicos, no caso, o gás carbônico e o gás oxigênio, como explicado anteriormente.

Figura 62 – Texto multimodal para ensino sobre respiração pulmonar humana 3:primeira e segunda versão



Fonte: elaboração do GC a partir da adaptação de imagens

Modificações introduzidas no TMER3 após a validação em aula na graduação

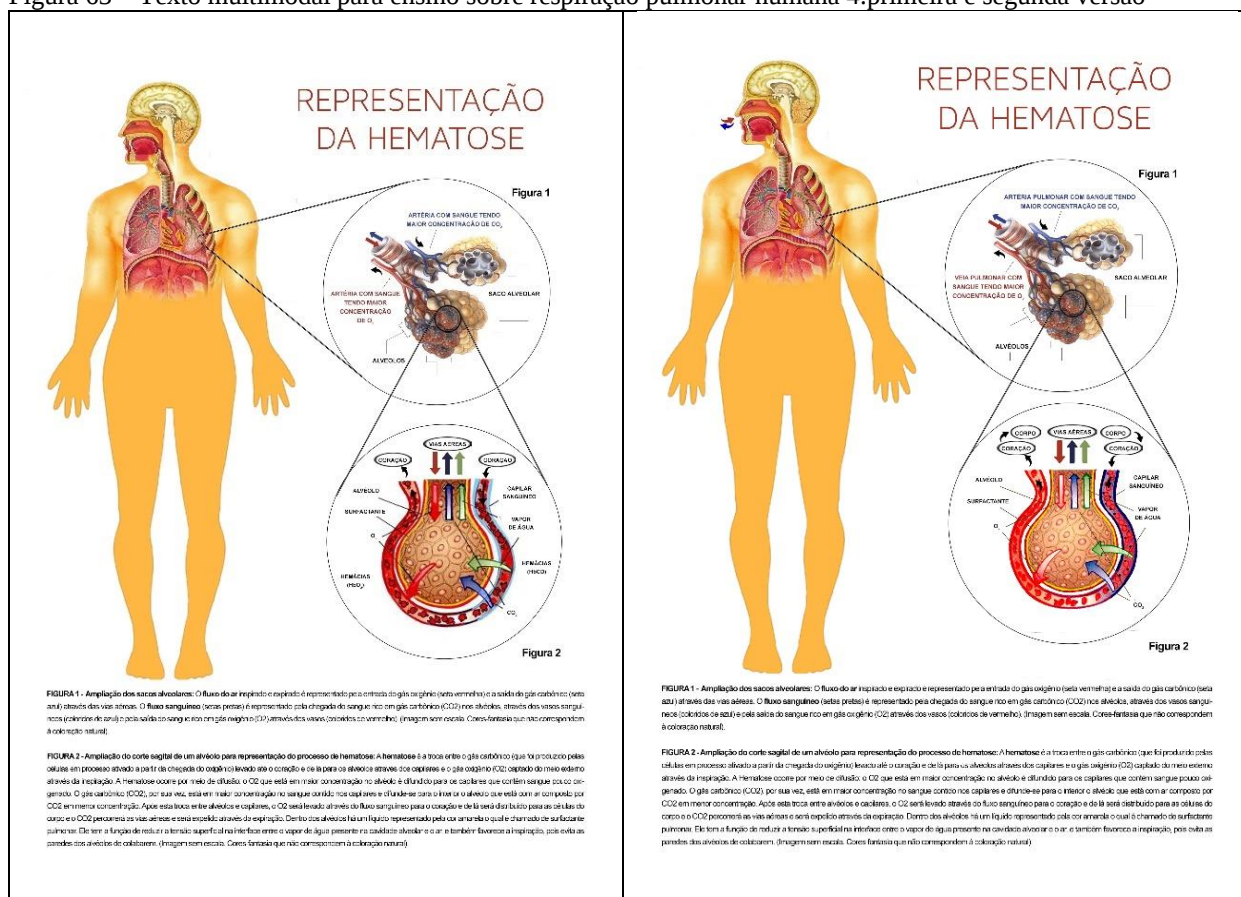
Os estudantes da turma de graduação que assistiram à aula não sugeriram modificações nesta imagem. O GC introduziu apenas etiquetas verbais identificando mais órgãos envolvidos e citados nas legendas; e também modificou a posição das legendas para facilitar ainda mais a conexão entre imagem e texto verbal. Por fim, criaram um novo tipo de etiqueta que são

etiquetas-títulos, apresentadas dentro de um contorno retangular, funcionam como subtítulos dentro do TM.

4.4.2.1.4 Análise do TMER4 – Representação da hematose

O objetivo do GC ao elaborar o TMER4 foi discutir o processo de hematose em uma composição entre título, três imagens conectadas, etiquetas verbais e legendas. A imagem apresenta o corpo humano em sua extensão, a mesma figura empregada no TMER2 com as setas indicando a entrada do oxigênio e a saída do gás carbônico. A partir desta imagem projeta-se a ampliação do saco alveolar na segunda imagem e na sequência projeta-se a ampliação do alvéolo para a demonstração da hematose.

Figura 63 – Texto multimodal para ensino sobre respiração pulmonar humana 4:primeira e segunda versão



Fonte: elaboração do GC a partir da adaptação de imagens

As legendas dialogam com as imagens nominando as duas ampliações e explicando os processos do fluxo do ar, fluxo sanguíneo e da hematose. O GC objetivou destacar estes três processos pois muitas vezes a ausência de uma explicação mais específica sobre cada um deles provoca erros conceituais que impossibilitam a compreensão sobre o processo respiratório. As legendas também suplementam informações a respeito das funções de alguns *participantes* da imagem.

Preceitos da Gramática do Design Visual implementados no TMER4

Um dos principais efeitos de composição introduzidos neste TMER foi utilizar as formas geométricas para evidenciar a ampliação dos *participantes representados*, ao invés de empregar as setas neste sentido – como foi criticado nas análises dos LD e dos TM empregados nas videoaulas. Assim, as setas continuam sendo empregadas com o mesmo sentido e cores padronizadas na elaboração do CTMER.

A criação de etiquetas verbais de “destinação” diferenciadas através da figura eclíptica colocada ao redor das palavras “coração” e “vias aéreas”, foi uma criação do GC para o leitor discernir que esta etiqueta possuía um significado diferente das etiquetas de “identificação” até então empregadas.

Outro importante elemento evidenciado foi a inclusão da representação do surfactante pulmonar, componente cuja representação não foi encontrada em nenhuma das imagens anteriormente analisadas, mas que para o GC configurou como uma ampliação conceitual fruto dos estudos e debates colaborativos durante o desenvolvimento de elaboração do CTMER. Assim, o GC criou uma representação para este componente e o introduziu na representação da hematose e na legenda, considerando o preceito da GDV sobre a possibilidade da produção de signos compartilhados por um grupo. Ou seja, é um signo proposto e compartilhado por um grupo específico – o GC participou de uma formação que possibilitou uma nova compreensão sobre a representação do processo respiratório e esta nova compreensão potencializou a elaboração deste novo signo: uma representação para o surfactante pulmonar.

Por fim, o *valor informacional* proposto pela *função composicional* da imagem foi considerado pelo GC ao posicionar as novas informações à direita das informações já conhecidas.

Modificações introduzidas no TMER4 após a validação em aula na graduação

As modificações propostas para este TMER foram algumas correções de termos empregados nas etiquetas verbais (*i.e.* substituição do termo *artéria* por *veia*), a inclusão das setas de entrada e saída do ar pelo nariz e a retirada de etiquetas verbais que não estavam presentes na legenda (*i.e.* “hemácias (HBO₂)”).

Na avaliação da aula, a turma de graduação foi provocada a discutir a presença das duas etiquetas com o nome “coração” (presentes na figura 2) e concordaram que haviam compreendido o sentido, indicando inclusive que o TMER seguinte ajudaria na compreensão, mas como “melhoramento” da imagem sugeriram a permanência de apenas uma etiqueta com o nome “coração” e as setas de cada extremidade do capilar apontando para ela. A modificação proposta pelo GC foi a permanência das duas etiquetas “coração” na figura 2, e a introdução da etiqueta “corpo” para complementar o sentido do percurso percorrido pelo fluxo sanguíneo antes e após a passagem pelos alvéolos pulmonares.

4.4.2.1.5 Análise do TMER5 – Representação da pequena e grande circulação

O objetivo do TMER5 foi apresentar a relação existente entre o sistema respiratório e o sistema circulatório. Assim, foram empregadas duas imagens: uma tratando da pequena circulação e outra tratando da grande circulação. As legendas interagem com as imagens conduzindo a leitura sobre o processo desenvolvido em cada uma das imagens, mas, sobretudo, resgatando os conhecimentos fornecidos pelo TMER4, favorecendo, portanto, a compreensão da relação entre os dois sistemas.

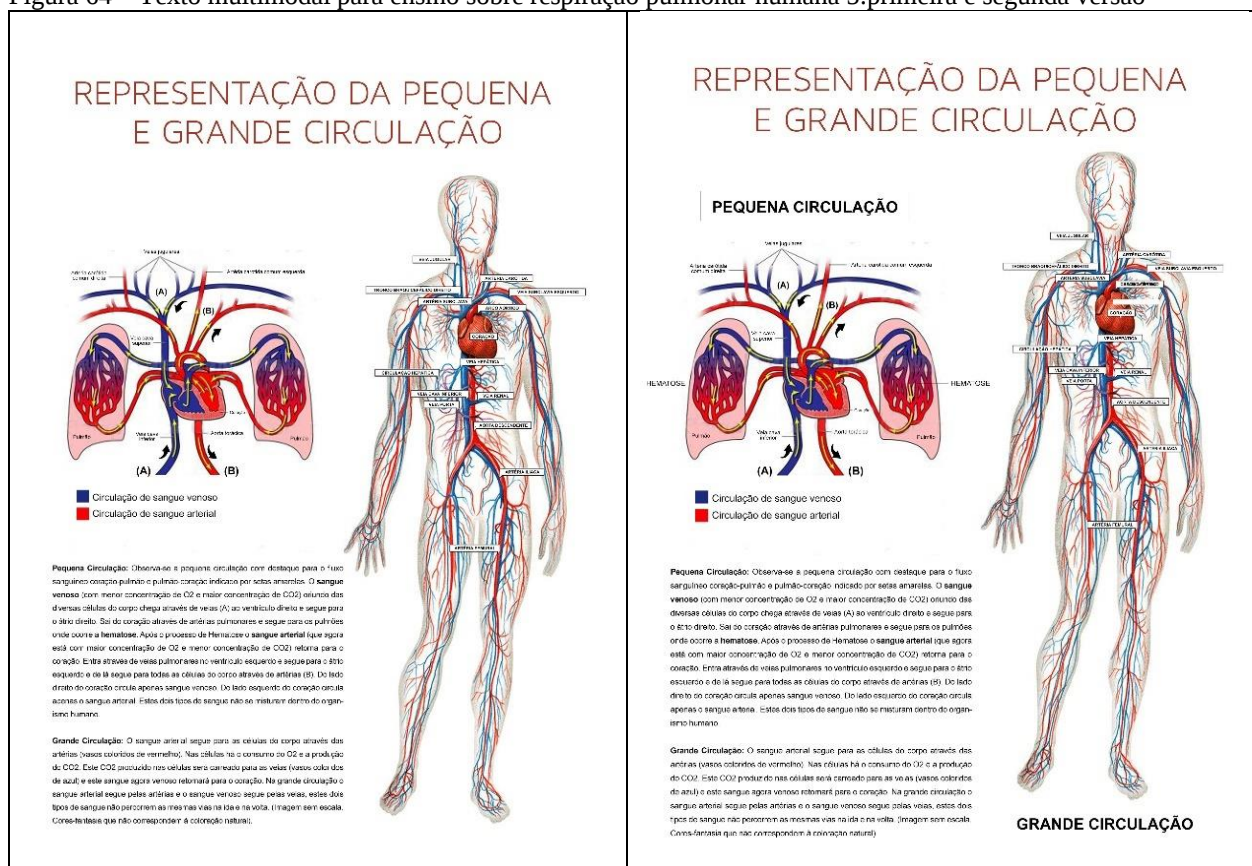
Elementos verbais como a legenda de cores e as etiquetas com as letras (A) e (B) foram introduzidos para melhorar o diálogo entre as legendas explicativas e as imagens da pequena circulação.

Preceitos da Gramática do Design Visual implementados no TMER5

A *função composicional* foi mais uma vez implementada através do *valor informacional* e isto provocou o posicionamento da representação do corpo inteiro à direita (pois estava sendo colocado à esquerda nos TMER anteriores) e da pequena circulação à esquerda, pois o GC considerou que a informação nova seria sobre a grande circulação e por isto a sua posição à direita, enquanto a pequena circulação que inclui a hematose seria a informação já disponível, por isto foi posicionada à esquerda.

Na imagem da pequena circulação as setas continuam representando o sentido de movimento, mas desta vez foram coloridas em amarelo, como forma de apresentar maior *saliência* sobre as cores escuras, e as legendas explicaram seu uso.

Figura 64 – Texto multimodal para ensino sobre respiração pulmonar humana 5:primeira e segunda versão



Modificações introduzidas no TMER5 após a validação em aula na graduação

Como modificações foram introduzidas duas etiquetas verbais com função de subtítulo para as duas imagens: “pequena circulação” e “grande circulação”. E também foram introduzidas as etiquetas verbais com o nome “hematose” para localizar o processo na imagem, visto que foi tratado na legenda. Por fim, foram introduzidas as etiquetas-título, como forma de ligar as legendas às figuras.

4.4.2.2 Conclusões – Elementos evidenciados na análise

A análise do conjunto de textos multimodais elaborado pelo grupo colaborativo para o ensino sobre respiração pulmonar humana comprovou como os conhecimentos da GDV podem de fato contribuir para a sua produção.

O grupo colaborativo definiu como temas: a inserção do sujeito no ambiente e a composição do ar; a estrutura respiratória e a entrada do ar; os movimentos respiratórios; a hematose; e a relação entre o sistema respiratório e o sistema circulatório. Estes temas foram discutidos em cada um dos textos multimodais que compuseram o CTMER por meio da interação entre imagens e textos verbais construídos sob as orientações do referencial da GDV que foram apreendidas pelos membros do GC através das ações de análise dos TM produzidos para as videoaulas, dos estudos e pesquisas sobre GDV, e da produção do desenho esquemático que antecedeu a elaboração do CTMER.

Na presente análise, foi possível identificar vários elementos da GDV: na introdução de setas com cores padronizadas para evidenciar uma linguagem visual única entre os TM, construindo uma continuidade na leitura destes elementos que são próprios da *função representacional narrativa*; no posicionamento das informações novas à direita e das informações já conhecidas à esquerda, como apregoa o *valor informacional* da *função composicional*; dentre outros elementos já discutidos como a saliência e o balão de fala. O emprego destes elementos pelo GC na adaptação de imagens mostra que o grupo reconheceu estes conceitos como importantes para a produção de significados em imagens para textos multimodais empregados no ensino, ao mesmo tempo em que os membros se preocuparam em construir os elementos verbais que pudessem ampliar e fortalecer os significados em diálogo com as imagens utilizando para isto elementos como as etiquetas verbais para estabelecer esta conexão.

Na construção das legendas o GC buscou elaborar o texto mais completo possível, com a linguagem verbal mais clara para que o significado pudesse ser alcançado, no entanto, foram

empregados os termos científicos indispensáveis para a construção do conhecimento na área de ciências, que também é o conhecimento sobre uma nova linguagem, com a aquisição de novos termos da linguagem verbal e da linguagem visual.

Por sua vez, a elaboração dos novos termos visuais produzidos pelo GC foi possível a partir de uma leitura crítica das imagens existentes – com base na GDV – a partir do reconhecimento da necessidade de criação de novas representações, como ocorreu com a criação da representação do surfactante pulmonar e a diferenciação entre etiquetas verbais de identificação, de destinação e etiquetas-títulos.

O grupo colaborativo demonstrou com a produção do CTMER que a linguagem visual pode contribuir para a melhoria dos materiais didáticos envolvidos no ensino de ciências, e mais especificamente na elaboração de textos multimodais. As imagens escolhidas e adaptadas pelo GC seguiram o elenco de imagens frequentemente empregadas nos LD, mas as adaptações realizadas nestas imagens as transformaram em imagens com a *função representacional narrativa*, que é a mais indicada para a representação de processos orgânicos.

A inclusão dos temas tratados através dos TM inicial e final conseguiram proporcionar uma visão mais ampliada da respiração, na medida em que o processo respiratório foi representado como integrado ao ambiente (ao inserir a imagem de um sujeito em ambiente externo no TM inicial) e ao corpo e demais sistemas orgânicos, como o sistema circulatório (ao introduzir a imagem da pequena e grande circulação no TM final).

Ou seja, o CTMER produzido pelo grupo colaborativo buscou tornar possível o estudo do sistema respiratório e da respiração pulmonar como um processo e em interação com o ambiente e com o corpo humano, e não como um elenco de órgãos de um sistema sem conexão com o ambiente e com o corpo humano como muitos dos textos multimodais sobretudo empregados nos livros didáticos nos levam a presumir.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

*Se uma imagem pode influenciar-nos, é porque ela possui,
para o melhor e para o pior, um poder próprio.*
(Jacques Aumont, 2011, p.74).

Ao longo deste estudo buscou-se refletir sobre como os preceitos da Educação em Ciências em diálogo com os preceitos da Semiótica Social poderiam contribuir na formação inicial de professores. Para isto, foram realizados estudos sobre o uso da linguagem multimodal no ensino de ciências sobre a Gramática do *Design* Visual (KRESS e van LEEUWEN, 2006), evidenciando as contribuições das pesquisas na área e os aportes deste referencial teórico e metodológico para a leitura e a produção de textos multimodais.

Em colaboração, foi criada e efetivada a disciplina eletiva *Multimodalidade na Educação em Ciências*, ofertada para cursos de formação de professores em Ciências Biológicas e Química e algumas das produções dos estudantes desta disciplina foram examinadas no presente estudo, para a obtenção de dados: (1) Análises dos textos multimodais produzidos pelos estudantes do grupo colaborativo para as videoaulas e análises das entrevistas sobre o processo de produção das videoaulas; (2) Exame da Análise produzida pelo grupo colaborativo sobre os TM relativos ao sistema respiratório e hematose; (3) Análise da produção do Conjunto de Textos Multimodais para o Ensino sobre Respiração Pulmonar Humana (CTMER) e validação do CTMER em aula na graduação. Ao mesmo tempo, foram realizadas análises dos textos multimodais presentes nos livros didáticos.

No presente capítulo retomaremos os objetivos propostos no estudo, apresentando as respostas evidenciadas nas análises realizadas no capítulo anterior. Para tanto, inicia-se com as considerações sobre os objetivos específicos e finaliza-se com o objetivo geral norteador de todo o processo aqui compreendido.

A partir dos estudos e das análises realizadas, foi possível apreender que *os textos multimodais sobre respiração pulmonar humana presentes nos livros didáticos de ciências e biologia* podem constituir uma memória visual sobre o conteúdo que irá influenciar no seu processo de ensino e de aprendizagem. Foi evidenciado que a maioria das imagens dos textos multimodais presentes nos livros didáticos exerce a *função conceitual* em detrimento da *função narrativa* que seria a mais indicada para comunicar os processos orgânicos como a respiração. Quando desafiados a construir *slides* com textos multimodais para videoaulas sobre este conteúdo

específico, os membros do grupo colaborativo se valeram desta memória visual para empregar a mesma sequência temática presente nos livros didáticos, com o mesmo tipo de imagem *conceitual analítica*, sem uma avaliação prévia sobre se o texto multimodal construído estava representando e comunicando que a respiração é um processo vital dinâmico de trocas, cíclico e não apenas um elenco de órgãos percorrido pelo ar. Ou seja, parecia que ao apresentar aquelas mesmas imagens na mesma sequência – com que tantas vezes foram visualizados durante a sua própria escolarização – o professor conseguiria atingir os seus objetivos, mesmo que as relações estabelecidas entre os *participantes* da imagem e entre o modo verbal e visual no texto multimodal não construíssem o significado proposto, como foi evidenciado na análise sobre os TM empregados nas videoaulas.

A superação destas limitações provocadas pela memória visual só foi possível, aqui, na presente pesquisa, a partir dos estudos sobre a Gramática do *Design Visual*, que possibilitou o desenvolvimento das habilidades de leitura focada nos aspectos da produção de sentido das imagens e das relações que podem e devem ser estabelecidas dentro de um texto multimodal.

Sobre as *relações existentes entre os modos visuais e verbais envolvidos na leitura e produção dos textos multimodais*, verificou-se que diferentes recursos didáticos demandam relações diferenciadas. O livro didático, que é o principal recurso empregado na sala de aula da Educação Básica, apresenta textos multimodais compostos por vários tipos de modos verbais (títulos, legendas, etiquetas verbais e corpo de texto) em interação com as imagens. A principal relação estabelecida pode ser considerada a existente entre a imagem e o corpo de texto e ao analisar esta relação foi constatado que ela pode ser de quatro tipos: *de ilustração*, *de suplementação*, *de complementação* ou *de integração*. Todas estas relações colaboram para que os diferentes modos linguísticos possam ser explorados no ensino e na aprendizagem em ciências, sendo o último tipo de relação o mais indicado por constituir uma relação de total interação entre os modos visual e verbal, na construção de uma composição significativa.

Na Educação Superior, por outro lado, a ocorrência do uso da projeção de *slides* é muito comum (ALBUQUERQUE *et al.*, 2017) e a análise de alguns exemplares de textos multimodais para *slides* produzidos pelo chamado grupo colaborativo (estudantes que cursaram a disciplina eletiva e aceitaram participar do estudo) mostrou que o principal elemento verbal que dialoga com a imagem é a etiqueta verbal. Na amostra analisada, as etiquetas tiveram um papel de destaque na produção de significados partir da leitura dos textos multimodais, sobretudo porque o grupo colaborativo criou um padrão comunicativo para o uso destas etiquetas: um padrão conceitual vinculado ao estrutural. Assim, ao visualizar o formato visual através do qual a

etiqueta foi apresentada, o leitor poderia compreender que aquela informação tratava sobre *identificação, destinação* ou era uma *etiqueta-título*.

As categorias analíticas empregadas para o exame das referidas relações entre o modo verbal e o modo visual foram criadas no presente estudo, a partir dos dados construídos durante as atividades de formação desenvolvidas pelo grupo colaborativo e a análise dos livros didáticos. Conclui-se, portanto, que foi possível estabelecer categorias de análise para as relações existentes entre os modos verbais e visuais dos textos multimodais presentes nos diferentes recursos didáticos, a partir do estudo e da aplicação dos preceitos da Gramática do *Design Visual*.

A respeito dos *principais conceitos da Gramática do Design Visual envolvidos na construção e leitura de textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana*, foi evidenciado a partir das análises realizadas sobre o exame que o grupo colaborativo produziu de alguns dos textos multimodais empregados nas videoaulas e na produção do CTMER, que as *funções representacionais narrativas e conceituais* são as mais presentes nas imagens empregadas para o ensino de ciências, nos diferentes suportes didáticos e ambas são importantes para a construção de significados, mas é preciso saber quando cada uma destas funções é mais adequada para cada tipo de conteúdo (como discutido anteriormente); que a *função composicional* foi empregada a partir da consideração dos efeitos do *valor informacional*, do *enquadramento* e da *saliência* sendo estes elementos largamente empregados na construção do CTMER, como evidenciado no discurso dos membros do grupo colaborativo, e em seus ajustes; a *função interacional* foi a menos empregada neste estudo, talvez por conta do uso de um mesmo *plano médio* e *atitude de ângulo horizontal frontal* na produção das imagens comumente empregadas, o grupo colaborativo não tenha evidenciado diferenciações a serem analisadas.

A *avaliação da importância deste processo de leitura e produção de textos multimodais na formação inicial de professores para a Educação em Ciências* mostrou que para além do conhecimento conceitual sobre o conteúdo específico, é indispensável que o futuro professor de ciências, durante a sua formação inicial construa conhecimentos sobre como representar e ensinar estes conteúdos específicos. A formação docente precisa estar voltada para a formação sobre como atuar em sala de aula para que os estudantes possam de fato aprender. Sobre tudo no momento conjuntural atual, em que diversos modos semióticos são explorados na comunicação em espaços extraescolares, por conta dos avanços tecnológicos, é imprescindível que a educação formal se beneficie desta ampliação de usos e de recursos verbais e visuais e

seu sincretismo, inclusive de forma a valorizar a linguagem gestual, a proxêmica, a visual, dentre outras, e superar a hegemonia da linguagem verbal, reconhecendo a linguagem multimodal como inerente à condição humana, mas aqui discretizada particularmente na Educação em Ciências.

Os conhecimentos tratados no ensino de ciências, por sua natureza abstrata e simbólica exigem que a linguagem multimodal seja explorada em sala de aula, mas isto só será possível se em sua formação inicial – ou continuada – o professor possa apreender as habilidades necessárias. No presente estudo foi possível observar, comparando os textos multimodais produzidos pelos membros do GC em dois momentos distintos (para as videoaulas e para o CTMER) que, apesar do domínio do conceitual, só a partir do estudo sobre a Gramática do *Design* Visual conseguiram construir textos multimodais apropriados para o ensino do conceito de respiração pulmonar humana. Portanto, o uso qualificado de textos multimodais não surgirá a partir da exposição cotidiana que o professor em formação vivencia durante a graduação. É preciso que exista um estudo sistemático e referenciado para que os estudantes possam reconhecer a importância da linguagem multimodal, possam ler criticamente e possam criar textos multimodais como parte de sua formação inicial.

Alcançar estes objetivos específicos possibilitou o atendimento do objetivo geral, que foi *analisar como os conhecimentos sobre a Gramática do Design Visual inseridos na formação inicial de professores podem contribuir para a leitura e a construção de textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana*. Nesta perspectiva, dentre as contribuições anteriormente descritas, que o domínio dos conceitos da Gramática do *Design* Visual viabilizou, destacam-se: a superação das limitações que a memória visual das imagens usadas para o ensino sobre o conceito de respiração provoca tanto na compreensão do conceito como em sua representação; a criação de categorias de análise das relações entre o corpo do texto verbal e a imagem, e entre as etiquetas verbais e a imagem presentes em textos multimodais que poderão ser empregadas também como orientadoras para a produção deste tipo de textos; a implementação dos conceitos da GDV para a leitura e avaliação de textos multimodais já existentes e para a produção destes textos com maior consistência interna e direcionados para o ensino do conceito de respiração pulmonar humana a partir de uma perspectiva mais integradora.

Estes resultados são referentes a um grupo específico com características e necessidades específicas: futuros professores de Ciências Biológicas e Química, que participaram durante onze meses de uma formação sobre a abordagem multimodal para o ensino de ciências (na

disciplina *Multimodalidade na Educação em Ciências*). Sujeitos interessados no tema e que desempenharam de forma colaborativa (IBIAPINA, 2008) atividades de leitura e produção de textos multimodais. Os textos multimodais produzidos, portanto, refletem a história construída por este grupo e foram validados por outros estudantes também de curso de formação de professores, na área de Ciências Biológicas. Tratam também de um conceito específico, que foi o conceito respiração pulmonar humana.

A generalização destes resultados ocorre quando se considera que eles apontam para a importância de incluir na formação de professores de ciências os conhecimentos sobre a abordagem multimodal, e a Gramática do *Design* Visual, em particular, de forma a instrumentalizar os futuros professores para o uso mais qualificado dos diferentes modos de linguagem que possam favorecer a aprendizagem sobre os conteúdos desta área de conhecimentos.

Outras pesquisas sobre os potenciais dos textos multimodais poderão ser desenvolvidas para investigar seu emprego por professores em atividades práticas na sala de aulas em diferentes níveis de educação; ou para investigar como o uso desta ferramenta pode contribuir para a evolução da compreensão de um conceito específico, dentre outras possibilidades; os dados construídos nesta presente pesquisa poderão também ser submetidos a outros tipos de análise, como a análise de conteúdo das discussões e evidenciar novos resultados que podem contribuir para o campo de estudos da Multimodalidade.

Referências Bibliográficas

- AGUILAR, João Batista. **Para viver juntos**. Ciências. 8º ano. São Paulo: Editora SM, 2012.
- ALBUQUERQUE, Tereza Cristina Cavalcanti de. **Modelos mentais infantis sobre respiração e sistema respiratório**. 2000. 106 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Cognitiva) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH, Pernambuco, Recife, 2000.
- ALBUQUERQUE, Tereza Cristina Cavalcanti de; SÁ, Risonilta Germano Bezerra de; CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos. A importância da habilidade de leitura de imagens para a compreensão de conceitos científicos. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**. v. 7. p.7139-7150. 2014.
- ALBUQUERQUE, Tereza Cristina Cavalcanti de; CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos. Pesquisas e estudos sobre Semiótica Peirceana na Área de Ensino de Ciências: um estudo das tendências de pesquisa no ENPEC (2005-2014). *In.*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., Águas de Lindóia. **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, São Paulo, 2015.
- ALBUQUERQUE, Tereza Cristina Cavalcanti de; COSTA, Jefferson da Silva; CARNEIRO-LEÃO, Ana Maria dos Anjos; MARTINS, Marcelo Machado. O uso de imagens em sala de aula: as concepções de professores e estudantes da licenciatura em Ciências Biológicas. **Revista Enseñanza de Las Ciencias**, Número Extraordinário, p. 2361-2366, 2017.
- ALMEIDA, Maria da Conceição Vieira de. **O Ecossistema Caatinga nos livros didáticos de Biologia e Geografia do Ensino Médio**: perspectivas para sua abordagem. 2003. 94 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte, Mossoró, 2003.
- ALZATE, Oscar Eugenio Tamayo. **Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional**: Aplicación al concepto de respiración. 2001. 220f. Tese (Doutorado em Didáctica de las Matemáticas y las de las Ciencias Experimentales) - Universidad Autónoma de Barcelona, 2001.
- ALZATE, Oscar Eugenio Tamayo; SANMARTÍ, Neus. Estudio multidimensional da las representaciones mentales de los Estudiantes: aplicación al concepto de respiración. **Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2003.
- AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia**. Volume 2. 3.ed. São Paulo: Moderna, 2010, p.35.
- ARARIBÁ PLUS. **Ciências**. Obra coletiva. São Paulo: Editora Moderna, 2014.
- AUMONT, Jacques. **A imagem**: olhar, matéria, presença. Lisboa: Edições Texto & Grafia, 2011 [1990].
- BADZINSKI, Caroline; HERMEL, Erica do Espírito Santo. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.17, n.2, p.434-454, Mai./Ago. 2015.

BARBARA, Leila; MACÊDO, Célia M.M.de. Linguística Sistêmico-Funcional para a análise de discurso: um panorama introdutório. **Cadernos de Linguagem e Sociedade**, v. 10, n. 1, 2009.

BARROS, Mara Matilde Vieira de; CARNEIRO, Maria Helena da Silva. Os conhecimentos que os alunos utilizam para ler as imagens de mitose e de meiose e as dificuldades apresentadas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., 2005, São Paulo. **Atas...** Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BELTRAN, Maria Helena. **Imagens de magia e de ciência: entre o simbolismo e os diagramas da razão**. São Paulo: EDUC, 2000.

BIZZO, Nélío. **Novas bases da biologia**. Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2010.

BRUZZO, Cristina. Biologia: educação e imagens. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 89, p. 1359-1378, Dec. 2004.

CAPECHI, Maria Candida Varone de Moraes. Implicações das pesquisas sobre imagens no livro didático de ciências para a formação de professores. In.: MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; VILANOVA, Rita (Orgs.). **O livro didático de ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva. As imagens no livro didático, In: Moreira, Antonio (Org.). **Atas do I Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, São Paulo, p 366-373. 1997.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva; BARROS, Mara Matilde Vieira; JOTTA, Leila de Aragão Costa Vicentini. As imagens no ensino de ciências: uma análise de esquemas. In.: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4., Bauru. **Atas do IV Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, São Paulo, 2003.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva; TREVISAN, Marlon Dantas. Aspectos da Metáfora/Analogia no Ensino de Ciências, sob uma abordagem da Semiótica Peirceana. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 7., Florianópolis. Anais..., v.1. Florianópolis, Santa Catarina, ABRAPEC, 2007.

CARVALHO, Flaviane Faria. Semiótica Social e Gramática Visual: o sistema de significados interativos. **Revista Anglo Saxônica**, SER.III, n.1, 2010.

CARVALHO, Graça S.; SILVA, Rui; CLÉMENT, Pierri. Historical analysis of Portuguese primary school textbooks (1920–2005) on the topic of digestion. **International Journal of Science Education**, London, v. 29, n. 2, p. 173-193, 2007.

CAVALCANTI, Juliano. **Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para estudo do sistema respiratório humano no Ensino Fundamental II**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Fundação Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2016.

COSTA, Cristina (coord.). **Educação, imagens e mídias**. 2ª. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

DIB, Siland Meiry França; MENDES, Jacqueline Ribeiro de Souza; CARNEIRO, Maria Helena da Silva. Texto e imagens no ensino de ciências. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4., Bauru. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, São Paulo, 2003.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da linguagem visual**. Tradução: Jefferson Luiz Camargo. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015.

DURAES JUNIOR, ATALIBA. **A construção significativa dos conceitos e suas relações por meio dos mapas conceituais**: uma experiência no ensino de respiração celular. 2015. 133 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Minas Gerais, Ouro Preto, 2015.

FANARO, María de los A.; OTERO, María R. Conversaciones de un grupo de profesores de física acerca de las imágenes de los libros de texto: un estudio exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p.85-114, 2007.

FARINA, Julieta. Conceptos previos sobre respiración y función biológica del oxigênio em Estudantes ingresantes a la carrera de psicología. **Revista de Educación em Biología**, v.16, n. 2, 2013.

FERNANDES, Hylio Laganá. Decodificação fotográfica e ensino de ciências. In: OLIVEIRA, Carmen Irene C. de; SOUZA, Lucia Helena Pralon de. (Orgs). **Imagens na educação em ciências**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2014. p. 35-54.

FREITAS, Cláudia Avellar. **A escolarização dos conteúdos imagéticos da biologia**: um estudo das práticas de construção e execução de aulas pelo professor de biologia. 2009. 171 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação. Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FREITAS, Cláudia Avellar; ROCHA, Rodolfo Oliveira. Textos multimodais no ensino de biologia: entendendo a leitura dos alunos In.: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., Águas de Lindóia. **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindóia, São Paulo, 2015.

FREITAS, Deisi Sangoi. **Imagens visuais nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio**: o caso do DNA. 2002. 187f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. São Paulo, Campinas, 2002.

GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. Tradução de Sandra Valenzuela. São Paulo: Cortez, 1993.

GOUVÊA, Guaracira; MARTINS, Isabel. Imagens e educação em ciências. In.: ALVES, Nilda; SGARBI, Paulo. (Orgs.). **Espaços e imagens na Escola**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

GOUVÊA, Guaracira; OLIVEIRA, Carmem Irene Correia de. Memória e representação: imagens nos livros didáticos de física. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 3, p. 69-83, 2010.

GOUVÊA, Guaracira; OLIVEIRA, Carmem Irene Correia de; SOUZA, Francisco G. de. Representações imagéticas da técnica e da tecnologia em livros didáticos de física. In.:

OLIVEIRA, Carmen Irene Correia de; SOUZA, Lúcia Helena Pralon de. **Imagens na educação em ciências**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2014.

IBIAPINA, Ivana Maria Lopes de Melo. **Pesquisa Colaborativa**: investigação, formação e produção de conhecimentos. Brasília: Liber Livros, 2008.

JOLY, Martine. **A imagem e os signos**. Tradução de Pedro Bernardo. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2005.

JOTTA, Leila de Aragão Costa Vicentini. **Embriologia animal: uma análise dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio**. 2005. 245 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília. Faculdade de Educação, Brasília, 2005.

KRESS, Gunther; van LEEUWEN, Theo. **Reading Images**: the grammar of visual design. 2. ed. London, New York: Routledge, 2006 [1996].

KRESS, Gunther. **Multimodality**: A Social Semiotic Approach to Contemporary Communication. London: Routledge. p. 49-52, 26, 32-36. 2008.

KRESS, Gunther.; LEITE GARCIA, Regina; VAN LEEUWEN, Theo. Semiótica discursiva. In.: VAN DIJK, T. **El discurso como estructura y proceso**: estudios sobre el discurso, una introducción multidisciplinaria. Barcelona: Gedisa Editorial, 2008.

LOBO, Mônica; MARTINS, Isabel. Imagens em guias alimentares como recursos para a educação alimentar em aulas de ciências: reflexões a partir de uma análise virtual. **Caderno Cedex**, Campinas, v.34, n.92, p.86-98, Jan./Abr. 2014.

LOPEZ-MANJON, Asunción; POSTIGO, Yolanda. Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 32, n. 3, p. 551-570, 2014.

MANGUEL, Alberto. **Lendo imagens**: uma história de amor e ódio. Tradução de Rubens Figueiredo; Rosaura Eichemberg; Cláudia Strauch. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

MARSICO, Maria T.; NETO, Armando C.de C.; ANTUNES, Maria E.M. **Marcha Criança**. Integrado. Ensino Fundamental, 3º ano. São Paulo: Scipione, 2010.

MARTINS, Isabel. O papel das representações visuais no ensino-aprendizagem de ciências. In.: Moreira, A. (org.). **Atas do I Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia, 23 a 26 de novembro, p 294-299. 1997.

MARTINS, Isabel. Explicações, representações visuais e retórica na sala de aula. In: MORTIMER, Eduardo Fleury; SMOLKA, Ana Luiza Bustamante (Orgs.). **Linguagem, cultura e cognição**: reflexões para o ensino e a sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

MARTINS, Isabel *et al.* Uma análise das imagens nos livros didáticos de ciências para o ensino fundamental. In.: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4., Bauru. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, São Paulo, 2003.

MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; PICCININI, Claudia. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, v. 57, n.4, São Paulo, Out./Dez., 2005.

MEDEIROS, Elizabeth Pereira de. **Conceito Sistêmico de respiração: articulando fenômenos macro e microscópicos na formação docente**. 2011. 180 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Educação, Pernambuco, Recife, 2011.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MORTIMER, Eduardo Fleury *et al.* Interações entre modos semióticos e a construção de significados em aulas de ensino superior. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.16, n.03, p.121-145, set./dez. 2014.

NORRIS, Sigrid. **Analyzing Multimodal Interaction: a methodological framework**. New York, Abingdom: Routledge, 2004.

NOTH, Winfried. **A Semiótica no século XX**. 3ª ed. São Paulo: Annablume, 2005 [1996].

NOTH, Winfried. **Panorama da Semiótica de Platão a Peirce**. São Paulo: Annablume, 1995.

NOVELLINO, Márcia Olivé. **Fotografias em livro didático de inglês como língua estrangeira: análise de suas funções e significados**. 2007. 203 f. Dissertação (Mestrado em Letras) – Pontifícia. Departamento de Letras, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

PEIRCE, Charles Sanders. **Semiótica**. Trad. José Teixeira Coelho Neto. 4ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2015 [1866-1913].

PERALES, Francisco. Javier; JIMÉNEZ, Juan de D. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias: análisis de libros de texto. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.

PERALES, Francisco Javier. La Imagen en la Enseñanza de las Ciencias: Algunos Resultados de Investigación en la Universidad de Granada, España. **Formación Universitaria**, v. 1, n. 4, p. 13-22, 2008.

PEREIRA, Andrea Garcez; TERRAZAN, Eduardo Adolfo. A multimodalidade em textos de popularização científica: contribuições para o ensino de ciências para crianças. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 489-503, 2011.

PEREIRA, Renata Reis; MORTIMER, Eduardo Fleury; MORO, Luciana. Os Gestos Recorrentes e a Multimodalidade em Aulas de Química Orgânica no Ensino Superior. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. especial 1, p. 43-54, julho 2015.

PICCININI, Cláudia Lino; MARTINS, Isabel. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 26-40, 2004.

PICCININI, Cláudia Lino. Imagens no ensino de ciências: uma imagem vale mais do que mil palavras? In: MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; VILANOVA, Rita. **O livro didático de ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.

PINO, Angel. O biológico e o cultural nos processos cognitivos. In.: MORTIMER, Eduardo Fleury; SMOLKA, Ana Luiza Bustamante (Orgs.). **Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

PINO, 2005

PINTO, Beatriz Pinheiro. **Proposta de uma atividade em Ciência, Tecnologia e Sociedade, sobre Respiração Celular**. 2008. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Departamento de Educação, Minas gerais, Belo Horizonte, 2008.

QUADROS, Ana Luiza; MORTIMER, Eduardo Fleury. Linguagem Multimodal: as aulas do professor de Ensino Superior. In.: Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília. **Anais...** do Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília, 2010.

QUADROS, Ana Luiza *et al.*. Interações multimodais em aulas de Química do Ensino Superior. In.: Encontro Nacional de Ensino de Química, 16., e Encontro de Educação Química da Bahia, 10., Salvador. **Anais...**, Salvador, 2012.

QUADROS, Ana Luiza; MORTIMER, Eduardo Fleury. Formadores de professores: análise de estratégia que os tornam bem-sucedidos junto aos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 1, p. 12-30, 2016.

REGO, Sheila Cristina Ribeiro. Imagens e ensino de Física: análise de livros didáticos utilizados em um curso de licenciatura. In: MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; VILANOVA, Rita (Orgas.). **O livro didático de ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.

RUPPENTHAL, Raquel; SCHETINGER, Maria R. C. O sistema respiratório nos livros didáticos de ciências das séries iniciais: uma análise do conteúdo, das imagens e atividades. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 3, p. 617-632, 2013.

SÁ, Risonilta Germano Bezerra de. **Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Educação. Pernambuco, Recife, 2007.

SANTAELLA, Lúcia. **Leitura de imagens**. São Paulo: Melhoramentos, 2012a.

SANTOS, Záira Bomfante dos. A linguística sistêmico-funcional: algumas considerações. **Revista Soletras**. Dossiê n.28, jul-dez, 2014.

SILVA, Fernanda; COMPIANI, Maurício. Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didáticos de ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, v. 24, n. 2, 2006.

SILVA, Henrique César da *et al.* Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. **Ciência e Educação**, v.12, n.2, p.219-233, 2006.

SILVA, Regina M.; TRIVELATO, Sílvia L. F. Os livros didáticos de biologia do século XX. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2., Valinhos. **Atas...**, Valinhos: Abrapec, 1999. CD ROM.

SOUZA, Lucia Helena Pralon de; REGO, Sheila Cristina Ribeiro; GOUVÊA, Guaracira. A imagem em artigos publicados no período 1998-2007 na área de educação em ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 3, p. 85-100, set./dez. 2010.

SOUZA, Lucia Helena Pralon de. **As imagens da saúde em livros didáticos de ciências**. 2011. 146 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Saúde) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. NUTES, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

THEISEN, Jossemar de Matos; LEFFA, Vilson José; e PINTO, Cândida Martins. A leitura de imagens na perspectiva dos letramentos visuais. **Revista Ciências e Letras**, n. 55, jan./jun. 2014.

VAN LEEUWEN, Theo. **Introducing Social Semiotics**. London: Routledge, 2005.

APÊNDICE 1



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Eu, _____, estudante do curso de _____ Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas, fui convidado(a) a participar do estudo denominado **“O processo de leitura e produção de imagens para a compreensão do fenômeno da respiração humana na formação inicial de professores”**, desenvolvido pela doutoranda **Tereza Cristina Cavalcanti de Albuquerque**, sob a orientação da professora Dra. Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão e do professor Dr. Marcelo Machado Martins. O objetivo deste estudo é desenvolver a partir das representações visuais construídas pelos estudantes sobre o fenômeno da respiração, um conjunto de imagens a ser empregado no ensino, que possibilite o aperfeiçoamento da compreensão conceitual do objeto de estudo.

Fui esclarecido que a minha participação neste estudo será constituir uma equipe de estudantes que a partir de estudos, análises e produção de imagens possa contribuir para o objetivo acima exposto. Neste sentido, estou concordando em participar de disciplina eletiva com esta finalidade, que será videogravada e fotografada.

Fui esclarecido que as produções escritas e visuais, as entrevistas realizadas, as discussões orais e os vídeos produzidos durante este experimento são dados que serão socializados entre os participantes durante o curso e analisados nesta pesquisa.

Fui esclarecido que minha identidade será preservada e não divulgada em eventos externos ao curso.

Fui esclarecido que a minha participação não é obrigatória e que poderei desistir de participar do estudo a qualquer momento e retirar meu consentimento sem qualquer prejuízo.

Fui esclarecido receberei uma cópia deste TCLE, assinada por mim e pela responsável pela pesquisa.

Dados da Pesquisadora: Tereza Cristina Cavalcanti de Albuquerque Fone: (82) 99900.1461 ou (82) 98844.3940 E-mail: tereza_cst_recife@yahoo.com.br	Dados do Participante: Fone: E-mail:
---	---

Declaro meu livre consentimento em participar desta pesquisa, ciente dos objetivos e de que não há nenhum valor econômico a receber ou pagar, por minha participação.

Arapiraca, 30 de junho de 2016

Pesquisadora

Participante

APÊNDICE 2



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Eu, _____, estudante do curso de Ciências Biológicas Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas, fui convidado(a) a participar do estudo denominado **“As possibilidades da leitura e produção de imagens na formação inicial de professores: o conceito de respiração”**, desenvolvido pela doutoranda **Tereza Cristina Cavalcanti de Albuquerque**, sob a orientação da professora Dra. Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão e do professor Dr. Marcelo Machado Martins. O objetivo deste estudo é desenvolver a partir das representações visuais construídas pelos estudantes sobre o conceito complexo de respiração, um conjunto de imagens a ser empregado nos cursos de licenciatura, que possibilite o aperfeiçoamento da compreensão conceitual do objeto de estudo.

Fui esclarecido que a minha participação neste estudo será constituir uma turma de estudantes que a partir de estudos, análises e produção de imagens possa contribuir para o objetivo acima exposto. Neste sentido, estou concordando em participar de aulas com esta finalidade, que será videogravada e fotografada.

Fui esclarecido que as produções escritas e visuais, as entrevistas realizadas, as discussões orais e os vídeos produzidos durante este experimento são dados que serão analisados nesta pesquisa.

Fui esclarecido que minha identidade será preservada e não divulgada em eventos externos ao curso.

Fui esclarecido que a minha participação não é obrigatória e que poderei desistir de participar do estudo a qualquer momento e retirar meu consentimento sem qualquer prejuízo.

Fui esclarecido receberei uma cópia deste TCLE, assinada por mim e pela responsável pela pesquisa.

Dados da Pesquisadora: Tereza Cristina Cavalcanti de Albuquerque Fone: (82) 99900.1461 ou (82) 98844.3940 E-mail: tereza_cst_recife@yahoo.com.br	Dados do Participante: Fone: E-mail:
--	--

Declaro meu livre consentimento em participar desta pesquisa, ciente dos objetivos e de que não há nenhum valor econômico a receber ou pagar, por minha participação.

Arapiraca, ____ de _____ de 2017

Pesquisadora

Participante

APÊNDICE 3

A RESPIRAÇÃO PULMONAR HUMANA



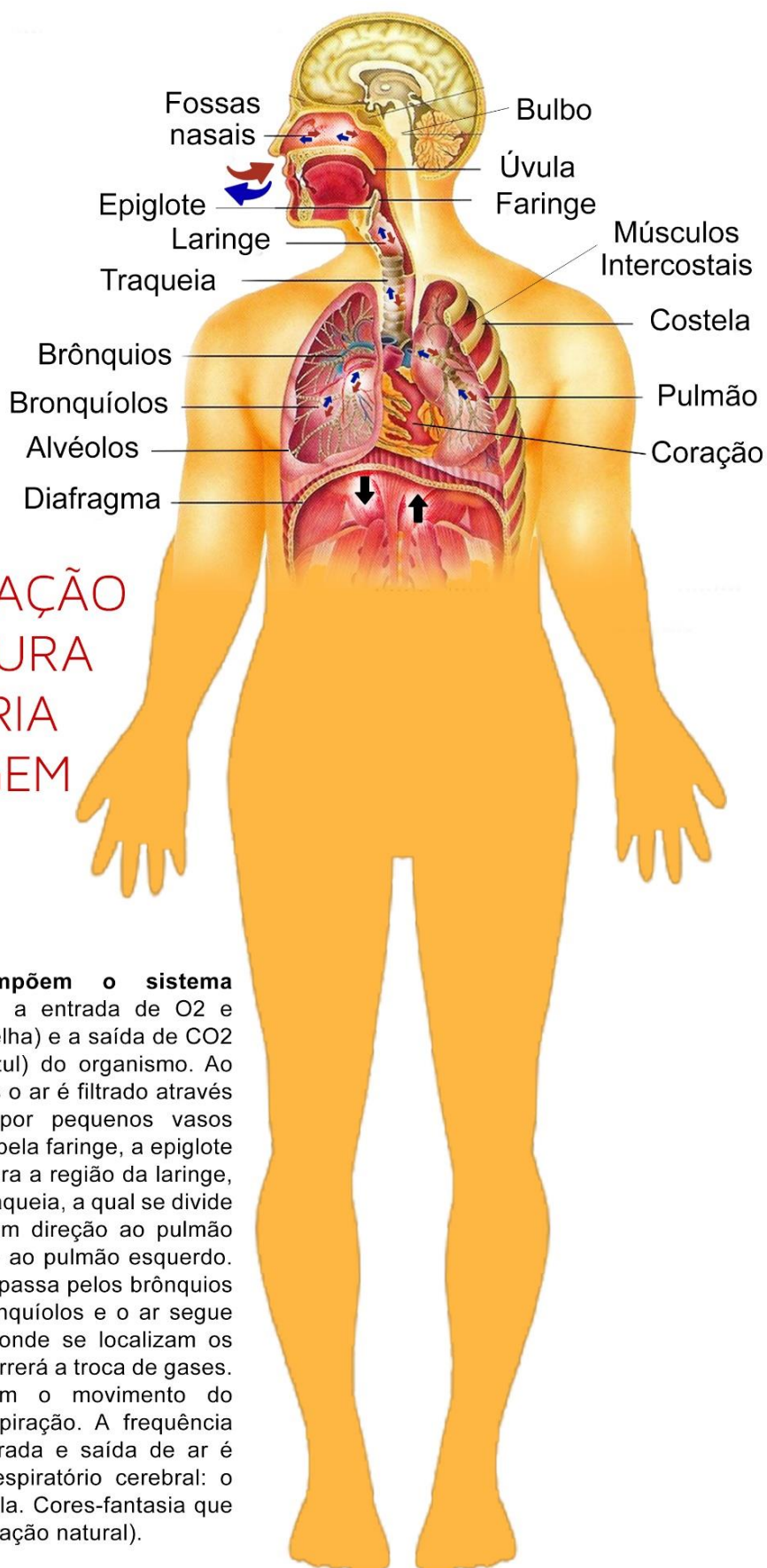
Composição do Ar

Gás	Porcentagem	Partes por Milhão
Nitrogênio	78,08	780.000,0
Oxigênio	20,95	209.460,0
Argônio	0,93	9.340,0
Dióxido de carbono	0,035	350,0
Neônio	0,0018	18,0
Hélio	0,00052	5,2
Metano	0,00014	1,4
Kriptônio	0,00010	1,0
Óxido nítrico	0,00005	0,5
Hidrogênio	0,00005	0,5
Ozônio	0,000007	0,07
Xenônio	0,000009	0,09

FONTE: WWW.FISICA.UFPR.BR

APÊNDICE 4

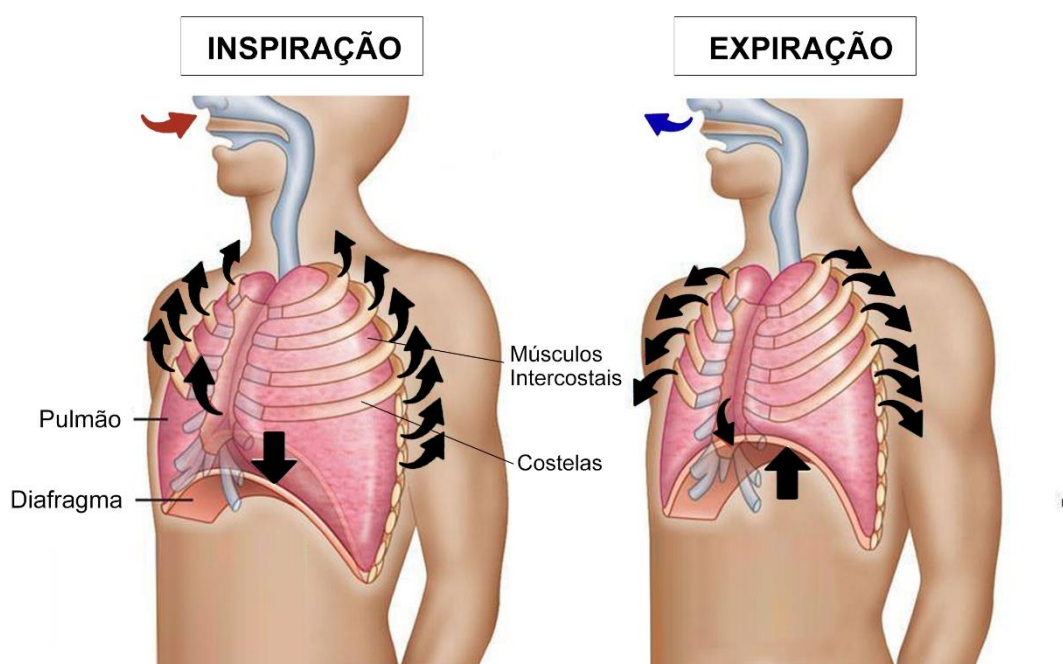
REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA RESPIRATÓRIA E A PASSAGEM DO AR



Os órgãos que compõem o sistema respiratório: Observa-se a entrada de O_2 e demais gases (seta vermelha) e a saída de CO_2 e demais gases (seta azul) do organismo. Ao entrar pelas fossas nasais o ar é filtrado através dos pêlos e aquecido por pequenos vasos sanguíneos. Após passar pela faringe, a epiglote permite o acesso do ar para a região da laringe, e imediatamente para a traqueia, a qual se divide em dois brônquios: um em direção ao pulmão direito e outro em direção ao pulmão esquerdo. Dentro dos pulmões, o ar passa pelos brônquios que se ramificam em bronquíolos e o ar segue para suas extremidades onde se localizam os alvéolos, nos alvéolos ocorrerá a troca de gases. As setas pretas indicam o movimento do diafragma durante a respiração. A frequência desse movimento de entrada e saída de ar é controlada pelo centro respiratório cerebral: o bulbo. (Imagem sem escala. Cores-fantasia que não correspondem à coloração natural).

APÊNDICE 5

REPRESENTAÇÃO DOS MOVIMENTOS RESPIRATÓRIOS



Inspiração: Durante o processo de **inspiração** o diafragma e os músculos intercostais se contraem. Nesta contração o diafragma movimenta-se para baixo e as costelas movimentam-se para cima, ampliando o volume da caixa torácica com a entrada de ar nos pulmões.

Expiração: Durante o processo de **expiração** o diafragma relaxa e movimenta-se para cima e as costelas movimentam-se para baixo, o ar acumulado nos pulmões é expelido pelas vias aéreas e o volume da caixa torácica diminui. (Imagem sem escala. Cores-fantasia que não correspondem à coloração natural).

APÊNDICE 6

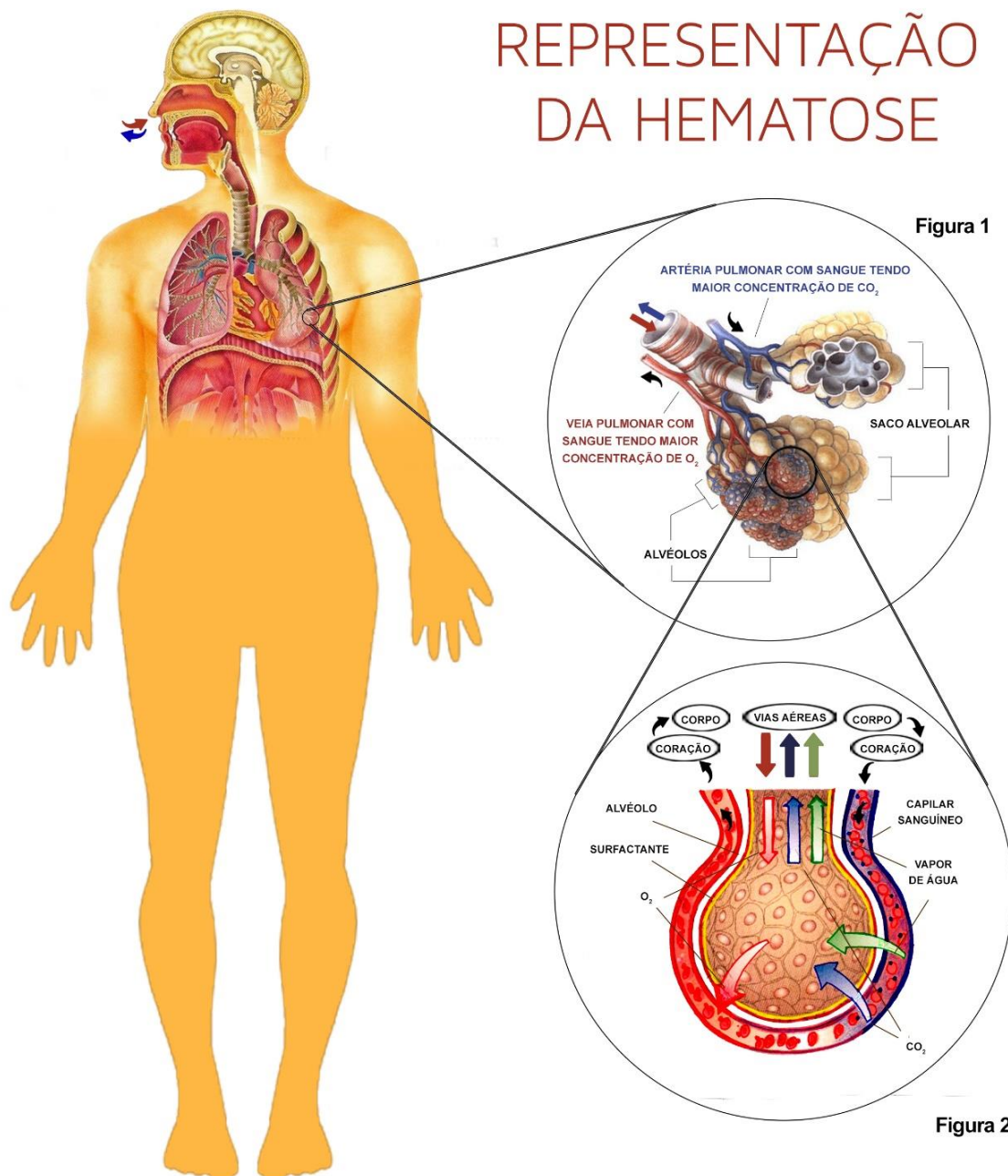
REPRESENTAÇÃO
DA HEMATOSE

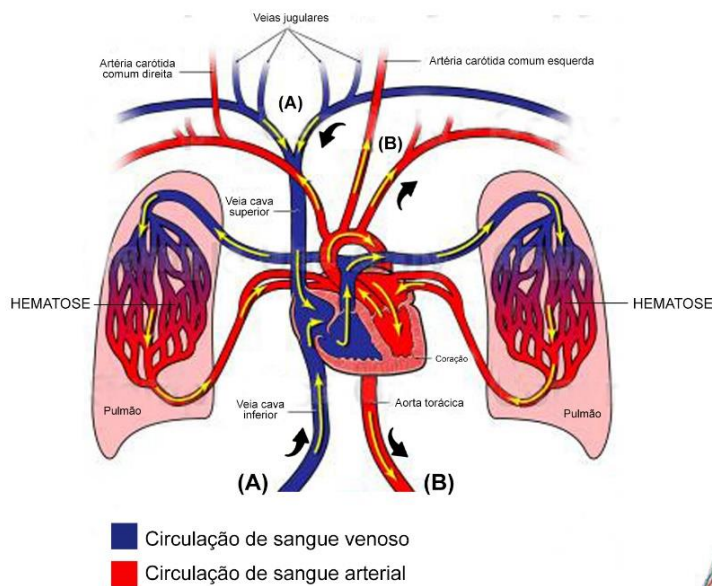
FIGURA 1 - Ampliação dos sacos alveolares: O fluxo do ar inspirado e expirado é representado pela entrada do gás oxigênio (seta vermelha) e a saída do gás carbônico (seta azul) através das vias aéreas. O fluxo sanguíneo (setas pretas) é representado pela chegada do sangue rico em gás carbônico (CO_2) nos alvéolos, através dos vasos sanguíneos (coloridos de azul) e pela saída do sangue rico em gás oxigênio (O_2) através dos vasos (coloridos de vermelho). (Imagem sem escala. Cores-fantasia que não correspondem à coloração natural).

FIGURA 2 - Ampliação do corte sagital de um alvéolo para representação do processo de hematose: A hematose é a troca entre o gás carbônico (que foi produzido pelas células em processo ativado a partir da chegada do oxigênio) levado até o coração e de lá para os alvéolos através dos capilares e o gás oxigênio (O_2) captado do meio externo através da inspiração. A Hematose ocorre por meio de difusão: o O_2 que está em maior concentração no alvéolo é difundido para os capilares que contém sangue pouco oxigenado. O gás carbônico (CO_2), por sua vez, está em maior concentração no sangue contido nos capilares e difunde-se para o interior do alvéolo que está com ar composto por CO_2 em menor concentração. Após esta troca entre alvéolos e capilares, o O_2 será levado através do fluxo sanguíneo para o coração e de lá será distribuído para as células do corpo e o CO_2 percorrerá as vias aéreas e será expelido através da expiração. Dentro dos alvéolos há um líquido representado pela cor amarela o qual é chamado de surfactante pulmonar. Ele tem a função de reduzir a tensão superficial na interface entre o vapor de água presente na cavidade alveolar e o ar, e também favorece a inspiração, pois evita as paredes dos alvéolos de colabarem. (Imagem sem escala. Cores-fantasia que não correspondem à coloração natural).

APÊNDICE 7

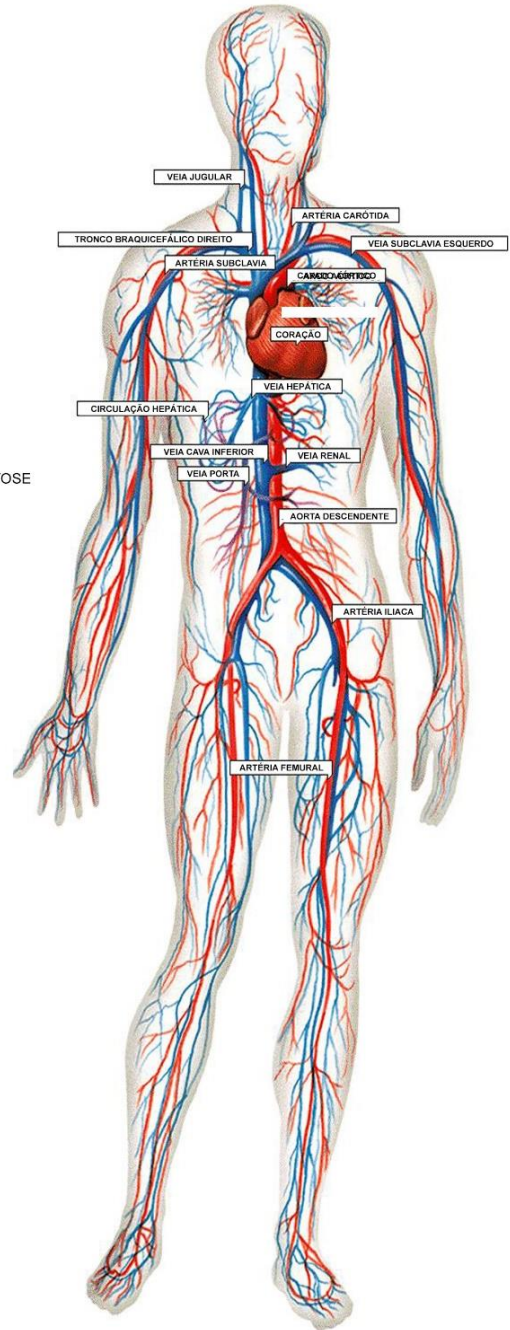
REPRESENTAÇÃO DA PEQUENA E GRANDE CIRCULAÇÃO

PEQUENA CIRCULAÇÃO



Pequena Circulação: Observa-se a pequena circulação com destaque para o fluxo sanguíneo coração-pulmão e pulmão-coração indicado por setas amarelas. O **sangue venoso** (com menor concentração de O₂ e maior concentração de CO₂) oriundo das diversas células do corpo chega através de veias (A) ao ventrículo direito e segue para o átrio direito. Sai do coração através de artérias pulmonares e segue para os pulmões onde ocorre a **hematose**. Após o processo de Hematose o **sangue arterial** (que agora está com maior concentração de O₂ e menor concentração de CO₂) retorna para o coração. Entra através de veias pulmonares no ventrículo esquerdo e segue para o átrio esquerdo e de lá segue para todas as células do corpo através de artérias (B). Do lado direito do coração circula apenas sangue venoso. Do lado esquerdo do coração circula apenas o sangue arterial. Estes dois tipos de sangue não se misturam dentro do organismo humano.

Grande Circulação: O sangue arterial segue para as células do corpo através das artérias (vasos coloridos de vermelho). Nas células há o consumo do O₂ e a produção do CO₂. Este CO₂ produzido nas células será carregado para as veias (vasos coloridos de azul) e este sangue agora venoso retornará para o coração. Na grande circulação o sangue arterial segue pelas artérias e o sangue venoso segue pelas veias, estes dois tipos de sangue não percorrem as mesmas vias na ida e na volta. (Imagem sem escala. Cores-fantasia que não correspondem à coloração natural).



GRANDE CIRCULAÇÃO